

## LEMBAR PENGESAHAN

### **PENGURANGAN RISIKO KEGAGALAN PADA KUALITAS PRODUKSI AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA MENGGUNAKAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* ( FMEA)**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**AKBAR WICAKSONO**

NRP. 03211440000071

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:



**Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.**

NIP. 19550128 198503 2 001





## **TUGAS AKHIR – RE 141581**

### **PENGURANGAN RISIKO KEGAGALAN PADA KUALITAS PRODUKSI AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA MENGGUNAKAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)**

**AKBAR WICAKSONO**  
03211440000071

Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





## **TUGAS AKHIR – RE 141581**

### **PENGURANGAN RISIKO KEGAGALAN PADA KUALITAS PRODUKSI AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA MENGGUNAKAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)**

**AKBAR WICAKSONO**  
03211440000071

Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember





## **TUGAS AKHIR – RE 141581**

Failure Risk Reduction in Raw Drinking Water Production Quality  
in Rungkut District Surabaya Town Using Failure Mode and Effect  
Analysis (FMEA)

AKBAR WICAKSONO  
03211440000071

Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environmental, and Earth Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGURANGAN RISIKO KEGAGALAN PADA KUALITAS**  
**PRODUKSI AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN**  
**RUNGKUT SURABAYA MENGGUNAKAN *FAILURE MODE***  
***AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**AKBAR WICAKSONO**  
NRP. 03211440000071

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.**  
NIP. 19550128 198503 2 001

**SURABAYA**  
**JULI, 2018**





## ABSTRAK

### **PENGURANGAN RISIKO KEGAGALAN PADA KUALITAS PRODUKSI AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA MENGGUNAKAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*.**

**Mahasiswa** : Akbar Wicaksono  
**NRP** : 03211440000071  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Dr. Ir. Nieke  
Karnaningroem, MSc

Kebutuhan manusia terhadap air minum yang layak konsumsi semakin lama semakin berkembang sebanding dengan perkembangan penduduk yang semakin lama semakin meningkat. Masyarakat pada saat ini sulit mendapatkan air bersih dikarenakan banyak tercemarnya sumber air sungai. Untuk dapat memenuhi kebutuhan air minum sehari-hari, banyak industri yang membuka usaha air minum diantaranya adalah adanya depot air minum isi ulang (DAMIU). Pemilihan depot air minum isi ulang sebagai alternatif air minum menjadi risiko yang dapat membahayakan kesehatan jika kualitas depot air minum isi ulang masih diragukan terutama depot air minum isi ulang berskala kecil, terlebih jika konsumen tidak memperhatikan keamanan dan ke higienisannya.

Penelitian ini menggunakan metode FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*) untuk mencari prioritas terjadinya kegagalan dalam proses pengolahan air minum isi ulang. Metode FMEA ini diambil dikarenakan FMEA memiliki kelebihan dibandingkan dari metode yang lain yaitu lebih *feasible* dan efektif untuk perbaikan operasional serta mampu menganalisis risiko dalam skala yang lebih besar dan kompleks. Untuk mengetahui kegagalan, diawali dengan identifikasi risiko yang memuat mengenai kegagalan yang didapatkan dari wawancara, uji kualitas dan pengamatan secara langsung. Risiko penyebab kegagalan yang terjadi pada depot pengolahan air isi ulang dianalisis menggunakan metode Fishbone. Lokasi penelitian berada di kecamatan Rungkut Surabaya. Parameter yang digunakan adalah kekeruhan, TDS, pH, dan Total Coliform. Parameter yang digunakan adalah: kekeruhan, TDS, pH, dan Total Coliform.

Risiko-risiko yang didapat harus memiliki nilai agar terukur sehingga ditemukan prioritas penanganan dan dicari upaya untuk perbaikan. Penilaian tersebut dikenal dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) yaitu hasil pengalian dari tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*) dan tingkat deteksi (*detection*). Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode fishbone didapatkan 4 faktor penyebab kegagalan parameter total koliform. selanjutnya dianalisis menggunakan metode FMEA, ditemukan kegagalan terjadi dengan 3 prioritas tertinggi yaitu waktu kontak sistem UV, waktu kontak sistem ozon, serta penggantian dan perawatan alat desinfeksi.

Kata Kunci : Analisa Kegagalan, Depot Air Minum, FMEA.

## **ABSTRACT**

### **Failure Risk Reduction on Quality of Drinking Water Production in Rungkut District Surabaya Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Akbar Wicaksono<sup>1</sup> and Nieke Karnanigroem<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departement of Environmental Engineering, Faculty of Civil, Environmental, and Geophysic Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Drinking water for human consumption is increasingly equal with growing population. The community at this time is difficult to get clean water due to pollution of many water sources of the river. To fulfill needing of drinking water, several community establish drinking water business industries that called depot air minum isi ulang (DAMIU). The selection of drinking water refill depots as an alternative to drinking water is a risk that could endanger health if the quality of refill drinking water depots is still in doubt, especially small-scale refill drinking water depots, especially if consumers do not pay attention to safety and hygiene.

This research uses FMEA (Failure Mode Effect and Analysis) method to find priority of failure in refill drinking water treatment process. FMEA method has advantages compared to other methods that are more feasible and effective for operational improvement and able to analyze risk in larger and complex scale. To determine the failure, doing identification of risks that contained the failure obtained from the interview, quality test and direct observation. The risk that occurs in refill water processing depots using Fishbone method. The location of this research is in Rungkut district of Surabaya. The parameters used are turbidity, TDS, pH, and Total Coliform. The parameters are: turbidity, TDS, pH, and Total Coliform.

The risks must be measured so that the priority of handling and sought for improvement are identified. The assessment is known as RPN (Risk Priority Number), which is the result of the multiplication of severity, occurrence and detection. Based on the results of the analysis using fishbone method

obtained 4 factors causing failure of total parameters koliform. Then analyzed using FMEA method, found failure occurred with 3 highest priority that is contact time of UV system, ozone system contact time, as well as replacement and treatment of disinfection tool.

Keywords : Failure Analysis, DAMIU, FMEA.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengurangan Risiko Kegagalan Pada Kualitas Produksi Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Rungkut Surabaya Menggunakan *Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)*.”** ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dalam rangka memenuhi kelengkapan Tugas Akhir. Dalam penulisan laporan ini, ijinakan penulis menyampaikan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc. selaku dosen pembimbing atas segala ilmu dan bimbingannya dalam penyusunan laporan ini.
2. Ibu, Ayah, Kakak yang telah menjadi motivasi, selalu mendukung, memberi doa dan memberi semangat dalam penyelesaian laporan ini.
3. Rekan Tugas Akhir yang telah membantu dalam banyak hal, Ida Wahyuningsih, Nur Wakidah Mayang Sari, Hanifah Mapanggara. Semoga berakhir sesuai dengan harapan.
4. Teman – teman laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan angkatan 2014, Ica, Dita, Erik, mas Zakky, mba Rosa, yang selalu memberikan dukungan berupa semangat dan doa.
5. Teman – teman kontrakan Semolowaru yang selalu memotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir penulis.
6. Pemilik depot air minum isi ulang yang telah berkenan memberikan izin dan waktu luang dalam penelitian.
7. Teman-teman seperjuangan angkatan 2014 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulisan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juni 2018  
Penulis

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxiii
BAB I .....	1
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Masalah .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat .....	3
BAB II .....	5
2.1 Air Minum .....	5
2.2 Persyaratan Air Minum .....	6
2.3 Depot Air Minum .....	9
2.4 Proses Pengolahan Pada Depot Air Minum .....	9
2.5 Teknologi Pengolahan pada Depot Air Minum .....	12
2.6 Bakteri Koliform .....	15
2.6.1 Escheria Coli .....	15
2.6.2 Staphylococcus Aereus .....	15
2.7 <i>Fishbone Analysis</i> .....	16
2.8 <i>FMEA (Failure Mode Effect Analysis)</i> .....	17
2.8.1 Traditional FMEA .....	18
2.8.2 <i>Severity</i> .....	19



2.8.3	<i>Occurrence</i> .....	21
2.8.4	<i>Detection</i> .....	23
2.8.5	<i>RPN (Risk Priority Number)</i> .....	24
2.9	Penelitian Terdahulu .....	25
BAB III	.....	27
3.1	Deskripsi Umum.....	27
3.2	Kerangka Penelitian.....	27
3.3	Tahapan Penelitian .....	29
3.3.1	Ide Penelitian .....	30
3.3.2	Studi Literatur.....	30
3.3.3	Pengumpulan Data .....	30
3.3.4	<i>Fishbone Analysis</i> .....	32
3.3.5	Prosedur FMEA .....	33
3.3.6	Analisis Data dan Pembahasan.....	33
3.3.7	Kesimpulan dan Saran.....	34
BAB IV	.....	35
4.1	Identifikasi Risiko Penyebab Kegagalan.....	35
4.1.1	Pelaksanaan Penelitian .....	35
4.1.2	Analisis Kualitas.....	39
4.1.3	Penentuan Kriteria Risiko .....	43
4.1.4	Identifikasi Risiko .....	44
4.1.5	Risiko Penyebab Kualitas Air Minum.....	45
4.1.6	Penentuan Bobot Kepentingan Risiko .....	48
4.1.7	<i>Fishbone Analysis</i> .....	50
4.2	Menentukan permasalahan dengan metode <i>FMEA</i> .....	55
4.2.1	Skala Kriteria Risiko.....	55
4.3	Menentukan cara memperkecil kegagalan .....	86

BAB V .....	89
5.1      Kesimpulan .....	89
5.2      Saran .....	89
Daftar Pustaka .....	91
LAMPIRAN .....	95
BIODATA PENULIS .....	107

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan Kualitas Air Minum Secara Fisik .....	7
Tabel 2. 2 Klasifikasi Padatan di Perairan.....	7
Tabel 2. 3 Persyaratan Kualitas Air Minum Secara Kimia .....	8
Tabel 2. 4 Pembagian sinar UV .....	11
Tabel 2. 5 Kriteria Evaluasi untuk Severity.....	19
Tabel 2. 6 Kriteria Evaluasi untuk Occurrence.....	21
Tabel 2. 7 Kriteria Evaluasi untuk Detection .....	23
Tabel 4. 1 Daftar Nama Depot, .....	36
Tabel 4. 2 Daftar Nama Depot yang Akan Diteliti .....	38
Tabel 4. 3 Bobot Kepentingan Risiko .....	49
Tabel 4. 4 <b>Penilaian Severity</b> .....	56
Tabel 4. 5 Penjabaran Skala Besaran Risiko.....	56
Tabel 4. 6 Skala Besar Risiko Tingkat Kekeruhan .....	57
Tabel 4. 7 Skala Besar Risiko Waktu Kontak.....	58
Tabel 4. 8 Skala Besar Risiko Waktu Kontak.....	59
Tabel 4. 9 Skala Besar Risiko pH Sistem Ozon .....	60
Tabel 4. 10 Skala Besar Risiko Tingkat Kekeruhan .....	61
Tabel 4. 11 Skala Besar Risiko Monitoring Kualitas .....	61
Tabel 4. 12 Skala Besar Risiko Intensitas Monitoring.....	62
Tabel 4. 13 Skala Besar Risiko Intensitas Monitoring.....	63
Tabel 4. 14 Penjabaran Skala Besar Pengemasan Air.....	64
Tabel 4. 15 Skala Besar Risiko Pembersihan Wadah .....	65
Tabel 4. 16 Skala Besar Risiko Penggunaan Wadah .....	66
Tabel 4. 17 Penjabaran Skala Wawasan dan Perilaku .....	67
Tabel 4. 18 Skala Besar Risiko Wawasan Operator .....	67
Tabel 4. 19 Skala Besar Risiko Wawasan Operator .....	68
Tabel 4. 20 Skala Wawasan Undang-undang yang terkait .....	69
Tabel 4. 21 Skala Besar Risiko Wawasan Teknologi.....	70
Tabel 4. 22 Skala Besar Risiko Wawasan Teknologi.....	71
Tabel 4. 23 Skala Besar Risiko Perilaku Operator .....	72
Tabel 4. 24 Skala Besar Risiko Perawatan Tandon Air .....	73
Tabel 4. 25 Skala B Perawatan dan Penggantian Media Filter...	73
Tabel 4. 26 Skala Perawatan Teknologi Desinfeksi .....	74

Tabel 4. 27 Hasil SOD (Severity, Occurance, Detection).....80

Tabel 4. 28 Jadwal prioritas penyelesaian permasalahan .....81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses pengolahan dengan sistem UV .....	14
Gambar 2. 2 diagram <i>fishbone</i> .....	17
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian .....	29
Gambar 4. 1 Proses Pengolahan dengan Sistem Ultraviolet.....	36
Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran Kekeruhan.....	40
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran pH .....	41
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran TDS.....	42
Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran Total Koliform.....	43
Gambar 4. 6 Diagram Fishbone Analisis.....	45
Gambar 4. 7 Analisa Fishbone Faktor Monitoring Kualitas.....	51
Gambar 4. 8 Analisa Fishbone Faktor Monitoring Kualitas.....	52
Gambar 4. 9 Analisa Fishbone Faktor Pengemasan Air.....	53
Gambar 4. 10 Analisa Fishbone Penurunan Kinerja UV .....	54
Gambar 4. 11 Analisa Fishbone Penurunan Kinerja Ozon .....	54

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A .....95  
Lampiran B .....99  
Lampiran C .....100



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar belakang**

Surabaya merupakan kota dengan jumlah penduduk 2.848.853 jiwa pada tahun 2015 dan laju pertumbuhan penduduk kota Surabaya adalah 0,52% setiap tahunnya, Kondisi ini menjadikan Kota Surabaya termasuk kota besar. Pertambahan jumlah penduduk meningkatkan konsumsi air minum yang layak dikonsumsi (Cristiani, 2014). Untuk memenuhi kebutuhan air minum setiap harinya, masyarakat Surabaya dapat mengonsumsi air bersih pdam, air minum dalam kemasan (AMDK), dan air minum isi ulang (AMIU). Dari hasil penentuan status mutu air di Sungai Surabaya menurut metode STORET 49,44% adalah tercemar berat untuk peruntukkan kelas dua. Sedangkan status mutu air di Sungai Surabaya menurut metode Indeks pencemaran 100% adalah tercemar sedang untuk peruntukkan kelas dua (Priyono,dkk.2013). Dari kondisi ini konsumsi air minum masyarakat Kota Surabaya beralih ke air minum dalam kemasan (AMDK) dan/atau air minum isi ulang (AMIU), namun air minum dalam kemasan harganya relatif mahal sehingga tidak dapat dikonsumsi oleh semua kalangan. Air minum isi ulang yang dijual di depot-depot harganya jauh lebih murah jika dibandingkan AMDK. Sehingga air minum isi ulang ini termasuk alternatif pilihan karena mudah didapat dan lebih murah (Khoeriyah, 2015). Kecamatan Rungkut dipilih sebagai daerah studi karena masyarakat di kecamatan tersebut sangat heterogen. Selain itu, Kecamatan Rungkut merupakan salah satu kecamatan yang cukup padat di Kota Surabaya. Luas wilayah Kecamatan Rungkut sebesar  $\pm 21,08 \text{ km}^2$  dan jumlah penduduk pada tahun 2015 mencapai 108.494 jiwa.

Pemilihan depot air minum isi ulang sebagai alternatif air minum menjadi resiko yang dapat membahayakan kesehatan jika kualitas depot air minum isi ulang masih diragukan terutama depot air minum isi ulang berskala kecil, terlebih jika konsumen tidak memperhatikan keamanan dan ke higienisannya (Aulia, 2012). Menurut Keman (2005) kualitas air minum isi ulang di Kota Surabaya diketahui bahwa dari 31

sampel seluruhnya memenuhi parameter kekeruhan dan zat padat terlarut, 1 dari 31 sampel tidak memenuhi parameter keasaman (pH), dan 7 dari 31 sampel air minum isi ulang sebesar 22,58% tidak memenuhi baku mutu Kepmenkes RI No 907/Menkes/SK/VII/2002 untuk bakteri koliform.

Produk air minum yang dijual kepada konsumen sudah seharusnya layak konsumsi yaitu bersih, sehat, dan memenuhi standar baku mutu kesehatan yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdaganganannya. Meninjau permasalahan tersebut maka perlu diketahui hal apa saja yang menjadi penyebab sehingga masih terdapat depot air minum isi ulang yang belum memenuhi baku mutu. Salah satu metode analisa kegagalan yang dapat digunakan adalah menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Dalam penerapan metode FMEA ini bertujuan untuk mencari prioritas masalah dan pencegahannya. Menurut Gaspersz (2002), Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) merupakan teknik analisa risiko secara sirkulatif yang digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan, fasilitas/sistem dapat gagal serta akibat yang dapat ditimbulkannya. Hasil FMEA berupa rekomendasi untuk meningkatkan kehandalan tingkat keselamatan fasilitas, peralatan/sistem. Dalam konteks Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), kegagalan yang dimaksudkan dalam definisi ini merupakan suatu bahaya yang muncul dari suatu proses. Kegagalan pada produk tidak hanya terjadi pada proses akhir saja melainkan bisa juga terjadi pada awal maupun pada saat proses produksi sedang berlangsung. Metode FMEA ini diambil dikarenakan FMEA memiliki kelebihan dibandingkan dari metode yang lain yaitu lebih *feasible* dan efektif untuk perbaikan operasional serta mampu menganalisis risiko dalam skala yang lebih besar dan kompleks (Jun dan Huibin, 2012).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar belakang yang telah disampaikan, dapat disusun suatu permasalahan, yaitu:

1. Mengidentifikasi risiko penyebab kegagalan yang terjadi pada depot pengolahan air isi ulang menggunakan metode Fishbone.
2. Menentukan permasalahan utama terjadinya kegagalan yang terjadi pada depot pengolahan air isi ulang menggunakan metode *FMEA*.
3. Menentukan cara memperkecil kegagalan pada depot pengolahan air isi ulang dengan metode *FMEA*.

## 1.3 Tujuan Masalah

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan faktor – faktor risiko penyebab kegagalan yang terjadi pada depot pengolahan air isi ulang untuk dianalisis permasalahan utamanya.
2. Mengetahui prioritas permasalahan adanya kegagalan yang terjadi pada depot pengolahan air isi ulang menggunakan metode *FMEA*.
3. Menentukan cara meminimalisir kegagalan pada depot pengolahan air isi ulang metode *FMEA* di kecamatan Rungkut Kota Surabaya.

## 1.4 Ruang Lingkup

1. Lokasi penelitian adalah sumber air baku yang digunakan dari beberapa depot air isi ulang yang berada di kecamatan Rungkut Surabaya.
2. Parameter yang digunakan adalah: kekeruhan, TDS, pH, dan Total Coliform.
3. *Clustering* depot air minum isi ulang berdasarkan teknologi pengolahan yang digunakan depot tersebut di Kecamatan Rungkut.
4. menggunakan sebuah metode yaitu *FMEA* (Failure Mode and Effect Analysis).

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan prioritas penyelesaian permasalahan pada depot air minum isi ulang sehingga dapat mengurangi risiko kegagalan produksi.

2. Mengetahui bagaimana cara mengurangi kegagalan kualitas air minum pada depot air isi ulang terhadap produksi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Minum**

Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan langsung diminum. Air minum agar tidak menyebabkan penyakit harus memenuhi syarat kualitas, yaitu meliputi persyaratan fisik, kimia dan bakteriologis (Notoatmojo, 2007). Sedangkan berdasarkan Permenkes RI No 492/MENKES/PER/IV/2010 definisi air minum adalah air yang telah memenuhi persyaratan kesehatan, melalui proses pengolahan ataupun tidak melalui proses pengolahan tetapi dapat langsung diminum oleh masyarakat.

Peran air sangatlah penting dan merupakan salah satu kebutuhan utama bagi manusia. Sekitar 65-70% berat total tubuh manusia terdiri atas air dan merupakan media tempat berlangsungnya hampir setiap proses di dalam tubuh (Beck, 2000). Kehilangan 1-2 % air menyebabkan rasa haus, apabila kehilangan 5% air dapat menyebabkan halusinasi, dan apabila kehilangan 10-15% air dalam tubuh dapat berakibat fatal. Meskipun manusia dapat hidup beberapa bulan tanpa makanan, bertahan di bawah teriknya panas, ataupun dalam kondisi kering, namun manusia hanya bisa bertahan hidup hanya satu atau dua hari tanpa air. Kekurangan air dalam tubuh dapat mengakibatkan kematian (Moellar, 2005).

Air merupakan pelarut universal dan bertanggung jawab terhadap pergerakan makanan dari mulut ke perut. Air membantu memindahkan hasil pencernaan menuju organ tertentu yang akan dituju. Sebagai contoh, darah mengandung 90% air membawa CO<sub>2</sub> ke paru-paru, nutrisi ke berbagai sel, dan garam-garaman menuju ginjal. Urin mengandung 97% air yang membawa hasil sisa metabolisme yang tidak diperlukan tubuh. Air sangat dibutuhkan sebagai media untuk merubah berbagai proses kimia yang terjadi di dalam tubuh seperti pemecahan gula atau lemak menjadi bentuk yang lebih sederhana. Air juga berfungsi sebagai pelumas dan mencegah terjadinya pergeseran antara sendi ketika gerakan sendi terjadi. Temperatur tubuh juga diatur melalui penguapan air melalui kulit dan paru-paru (Mudambi, 2006).

Sumber air minum merupakan salah satu faktor yang menentukan air minum tersebut layak atau tidak untuk dikonsumsi. Sumber air utama bagian penyediaan air minum dibedakan menjadi dua, yaitu air tanah dan air permukaan (Moellar, 2005). Air tanah yang dimaksud adalah air yang terletak di tempat yang lebih dalam dan untuk mendapatkannya perlu dilakukan pengeboran terlebih dahulu hingga mencapai kedalaman 450-600 meter (Moellar, 2005). Akses terhadap air tanah biasanya terbatas dalam volume air, dan apabila habis maka sumber air ini tidak bisa digantikan. Sedangkan yang dimaksud dengan air permukaan adalah air yang berada di permukaan tanah dan dapat ditemui dengan mudah. Contoh sumber air permukaan adalah danau, waduk dan sungai. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No 736 Tahun 2010, sumber air minum dapat diperoleh dari air kemasan, air minum yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga serta air yang didistribusikan melalui tangki air. Jenis dari air minum tersebut harus memenuhi syarat kesehatan air minum.

## **2.2 Persyaratan Air Minum**

Air minum yang aman adalah air yang telah memenuhi semua persyaratan dilihat dari kualitas secara fisik, kimia, mikrobiologi, maupun radioaktif sesuai dengan standar. Di Indonesia terdapat standar yang mengatur mengenai standar kualitas air minum yaitu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Dalam Permenkes tersebut diatur parameter wajib dan parameter tambahan. Aspek radioaktivitas termasuk ke dalam parameter tambahan. Parameter wajib dibedakan kembali menjadi dua, yaitu parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan dan yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan. Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2002) dalam Byna (2009) persyaratan fisik meliputi warna, bau, rasa, temperatur, dan kekeruhan. Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalam air, seperti lumpur dan bahan yang berasal dari hasil pembuangan. Tabel persyaratan kualitas air minum isi ulang secara fisik dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Persyaratan Kualitas Air Minum Isi Ulang Secara Fisik

Parameter	Satuan	Nilai
Bau	-	Tidak berbau
Total zat padat terlarut (TDS)	mg/L	500
Kekeruhan	NTU	5
Rasa	-	Tidak berasa
Suhu	°C	suhu udara $\pm 3$

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/MENKES/PER/IV/2010

- **Kekeruhan**

Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan tersuspensi seperti lempung, lanau dan partikel halus organik dan anorganik, plankton dan organisme mikroskopis. Kekeruhan tidak berpengaruh pada kesehatan, tetapi dengan alasan estetika, air yang dikonsumsi harus mengandung kekeruhan yang rendah (Masduqi, 2012).

- **Padatan terlarut**

TDS dapat digunakan untuk memperkirakan kualitas air minum karena mewakili jumlah ion dalam air. Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut dalam perairan mempengaruhi nilai TDS namun tidak bersifat toksik. Proses fotosintesis di perairan dipengaruhi oleh penetrasi cahaya matahari yang masuk ke kolom air. Semakin tinggi kadar TDS maka dapat meningkatkan nilai kekeruhan dan berdampak pada terhambatnya penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan (Effendi, 2003). Untuk klasifikasi padatan di perairan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Padatan di Perairan Berdasarkan Ukuran Diameter

Klasifikasi padatan	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Diameter (mm)
Padatan terlarut	$<10^{-3}$	$<10^{-6}$
Koloid	$10^{-3}$ -1	$10^{-6}$ - $10^{-3}$
Padatan tersuspensi	$>1$	$>10^{-3}$



Sumber: Effendi (2003)

Kualitas kimia adalah yang berhubungan dengan ion-ion senyawa maupun logam yang membahayakan, seperti Hg, Pb, Ag, Cu, dan Zn. Residu dari senyawa lainnya yang bersifat racun adalah residu pestisida, yang dapat menyebabkan perubahan bau, rasa dan warna air (Pratiwi, 2007). Persyaratan kualitas air minum isi ulang secara kimia dapat dilihat pada Tabel 2.3.

#### - pH

Derajat keasaman atau pH merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain aktivitas biologi, suhu, kandungan oksigen dan ion-ion (Marganof, 2007).

Tabel 2. 3 Persyaratan Kualitas Air Minum Isi Ulang Secara Kimia

Parameter	Satuan	Nilai
Alumunium	mg/L	0.2
Besi	mg/L	0.3
Khlorida	mg/L	250
Mangan	mg/L	0.4
pH	mg/L	6.5-8.5
Seng	mg/L	3
Sulfat	mg/L	250
Tembaga	mg/L	2
Amonia	mg/L	1.5

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/MENKES/PER/IV/2010

Syarat mikrobiologi juga merupakan salah satu aspek secara langsung terhadap kesehatan, maka dalam Permenkes dijelaskan bahwa E. Coli dalam 100 ml sampel dan Total Bakteri Koliform dalam 100 ml sampel harus bernilai 0.

### 2.3 Depot Air Minum

Air minum isi ulang adalah air yang telah melalui proses pengolahan yang berasal dari mata air dan telah melewati tahapan dalam membersihkan kandungan airnya dari segala mikroorganisme patogen yang harus dimasak sehingga air tersebut dapat langsung diminum. Kondisi tersebut dapat dilakukan secara terus menerus dengan menggunakan galon yang tetap. Depot air minum adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen (Kepmenindag, 2004). Usaha depot air minum dimulai sekitar tahun 1999 dimana saat itu Indonesia sedang mengalami krisis moneter yang berakibat kepada pencarian alternatif untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari termasuk air minum dengan biaya yang lebih murah (Amrih, 2005). Sejak tahun 1997, keberadaan depot air minum mulai berkembang, mulai dari 400 depot hingga tahun 2005 jumlahnya lebih kurang 6000 depot air minum yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia mulai dari wilayah padat penduduk hingga wilayah yang sulit mengakses air bersih (Pratiwi, 2007)

Berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 651/MPP/kep/10/2004 untuk menjaga kualitas air minum, maka depot air minum harus melakukan pengawasan secara periodik, dimana pengujian tersebut yaitu adanya analisa koliform satu kali dalam tiga bulan dan analisa kimia fisika dalam dua kali satu tahun. Sedangkan untuk usaha depot air minum berdasarkan regulasi perdagangan yaitu Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI No 651/MPP/Kep/10/2004, depot air minum harus memiliki izin operasi, depot air minum dilarang mengambil sumber air baku yang berasal dari PDAM dan harus berasal dari mata air pegunungan yang bebas dari kontaminasi.

### 2.4 Proses Pengolahan Pada Depot Air Minum

Peralatan yang digunakan untuk mengolah air baku menjadi air minum pada depot air minum adalah *storage tank*, *flow meter*, *stainless water pump*, dan galon air. *Stainless water pump* berguna sebagai pemompa air baku dan tempat *storage tank* kedalam tabung filter (Widjianti et al, 2004). *Flow meter* digunakan untuk mengukur air yang mengalir ke dalam

galon isi ulang. Lampu ultraviolet dan ozon berguna sebagai disinfeksi pada air yang telah diolah. Galon isi ulang berfungsi sebagai tempat untuk menampung atau menyimpan air minum. Pengisian tempat dilakukan dengan menggunakan alat dan mesin serta dilakukan dalam tempat pengisian yang higienis (Sutrisno et al, 2002)

Tabung filter, mempunyai 3 fungsi yaitu *active sand* media filter, *anthracite filter*, *granular active carbon* media filter. Tabung pertama adalah *sand* media filter, berfungsi sebagai penyaring partikel-partikel yang kasar dengan bahan dari pasir atau jenis lain yang efektif dengan fungsi yang sama. Tabung kedua adalah *anthracite filter*, berfungsi untuk menghilangkan kekeruhan dengan hasil yang maksimal dan efisien. Tabung ketiga adalah *granular active carbon* media filter merupakan karbon filter yang berfungsi sebagai penyerap debu, rasa, warna, sisa khlor dan bahan organik. Mikro filter merupakan saringan yang terbuat dari *polypropylene* yang berfungsi untuk menyaring partikel air dengan diameter 10 mikron, 5 mikron, 1 mikron 0.4 mikron dengan maksud untuk memenuhi persyaratan air minum (Naibaho, 2008).

Berdasarkan Keputusan Menteri dan Perdagangan RI No 651/MPP/Kep/10/2004 tentang persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya, yaitu penampungan air baku dan syarat bak penampungan air baku yang diambil dari sumbernya diangkut dengan tangki dan selanjutnya ditampung dalam bak atau tangki penampungan terbuat dari bahan seperti *stainless*. Selanjutnya yaitu penyaringan yang dilakukan secara bertahap, yang terdiri dari saringan yang berasal dari pasir atau saringan yang efektif dengan fungsi yang sama, bahan yang dipakai adalah butir-butir silica ( $\text{SiO}_2$ ) minimal 80%. Penyaringan karbon aktif yang berasal dari batu bara atau batok kelapa, berfungsi sebagai penyerap bau, rasa, warna, sisa klor dan bahan organik. Daya serap terhadap Iodine ( $\text{I}_2$ ) minimal 75%. Proses selanjutnya adalah desinfeksi yang bertujuan untuk membunuh bakteri patogen. Proses ini dengan menggunakan ozon ( $\text{O}_3$ ) berlangsung dalam tangki atau alat pencampur ozon dengan konsentrasi 0.1 ppm dan residu ozon dengan konsentrasi ozon 0.06-0.1 ppm (Sitorus, 2009). Untuk sistem pengolahan air minum banyaknya ozon yang diinjeksikan kedalam air disyaratkan

dosis sebesar 1-2 mg/ltr. Sisa ozon yang larut dalam air akan dimanfaatkan untuk membunuh bakteri/kuman yang masih terdapat pada botol/galon (Marpaung, 2010).

Desinfeksi selain menggunakan ozon, dapat dilakukan dengan cara penyinaran ultraviolet. Jika pada gas ozon proses sterilisasinya secara kimia, pada sistem ultraviolet proses sterilisasi secara fisika dengan memanfaatkan panjang gelombang ultraviolet (Marpaung, 2010). Pembagian sinar UV dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Pembagian sinar UV

<b>Jenis Sinar UV</b>	<b>Panjang Gelombang</b>
Sinar UV	100-400 mm
UV A	315-400 mm
UV B	280-315 mm
UV C	100-280 mm
Sinar Tampak	400-760 mm
Sinar Infra Merah	790-106 = 1 mm

Sumber: Astriningrum (2011)

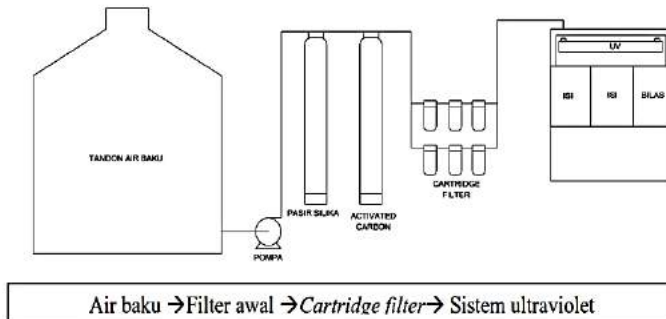
Proses desinfeksi yang pertama adalah pembilasan, kemudian pencucian dan selanjutnya proses sterilisasi tempat, tempat yang digunakan terbuat dari bahan seperti *stainless* dan bersih. Tempat yang akan diisi harus disanitasi dengan menggunakan ozon atau air yang mengandung ozon (Said, 2007). Pada saat dilakukan pencucian, harus dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis deterjen dan air bersih dengan suhu berkisar 60-85°C, kemudian dibilas dengan air minum secukupnya untuk menghilangkan sisa-sisa deterjen pada saat proses mencuci. Proses selanjutnya adalah pengisian air minum ke dalam galon menggunakan alat dan mesin, proses tersebut dilakukan di tempat yang higienis. Proses terakhir yaitu penutupan tempat, dapat dilakukan dengan tutup yang dibawa konsumen atau disediakan oleh depo air minum (Wulandari, 2006)

## 2.5 Teknologi Pengolahan pada Depot Air Minum Isi Ulang

Pada umumnya teknologi pengolahan yang ada terdiri atas ultraviolet, ozonisasi. Akan tetapi, banyak pula depot air minum isi ulang yang mengkombinasi teknologi tersebut.

- a. Tangki Air Baku  
Tangki air baku digunakan untuk menampung air baku yang diantarkan oleh truk tangki yang dihubungkan langsung dengan pompa filter.
- b. Pompa Filter  
Pompa filter berfungsi untuk memompakan air baku ke sistem pengolahan air yaitu: *sand filter*, *carbon filter*, *cartridge* sistem.
- c. Sand Filter  
Berfungsi untuk menghilangkan/ menurunkan kekeruhan dan *suspended solid* yang terlarut dalam air. Tingkat penyaringannya mencapai 20-3 micron.
- d. Carbon filter  
Carbon filter berfungsi untuk menghilangkan bau, warna organik dan menyerap sisa klorin yang larut dalam air. Karbon aktif sebagai media filter bekerja dengan menyerap material organik yang larut dalam air. Karbon ini merupakan suatu unit penyaring air yang sederhana namun memiliki efektifitas yang tinggi. Dengan penyaringan ini, kadar organik, warna bau, dan turbidity dapat dikurangi sehingga air yang dihasilkan akan jernih (Yudhastuti, 1993).
- e. Cartridge sistem
  - Cartridge sistem berfungsi untuk lebih menjernihkan air dengan menyaring partikel – partikel halus dalam air hingga ukuran 1 mikron serta menyerap senyawa organik yang masih tersisa. Jenis cartridge yang terpasang diantaranya:
  - Cartridge sediment 10 mikron, untuk menyaring partikel sehingga partikel dengan ukuran 10 mikron (0,01 mm) akan tertahan di cartridge tersebut.
  - Cartridge carbon 5 mikron, untuk menyaring partikel serta menyerap senyawa organik dan bau, sehingga partikel dengan ukuran 5 mikron, (0,005 mm) akan tertahan di cartridge tersebut dan bau hilang.

- Cartridge sedimen 1 mikron, untuk menyaring partikel, sehingga partikel dengan ukuran 1 mikron (0,001 mm) akan tertahan di cartridge tersebut.
  - Proses filterasi yang memenuhi syarat jika terdapat makro filter dengan 2 media dan filter makro dengan media cartridge yang berukuran 10 mikro, 5 mikron, dan 1 mikron (secara seri) (Sutrisman, 2003).
- f. Tangki Air Produk
- Tangki air produk untuk menampung air yang telah melalui proses penyaringan atau penjernihan sebelumnya serta untuk menampung air sirkulasi yang mengandung ozon. Kualitas air pada tangki produk secara fisika dan kimia sudah memenuhi syarat sebagai air minum. Sirkulasi air yang mengandung ozon dimaksudkan untuk mensterilkan tangki produk agar tidak ditumbuhi lumut.
- g. Teknologi Ultraviolet
- Radiasi sinar ultraviolet dapat mempengaruhi mikroorganisme, sehingga menjadi inaktif. Efektifitas proses ini bergantung pada intensitas cahaya dan waktu kontak air dengan UV. Sehingga persentase mikroorganisme yang terbunuh tergantung pada intensitas dari lampu UV dan lama kontakannya. Sinar UV adalah salah satu desinfektan yang sangat efektif. Tidak ada sisa UV di dalam air setelah proses desinfeksi (Brownell dkk, 2008). Radiasi dengan sinar ultraviolet adalah radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang lebih pendek dari spektrum antara 100-400 nm dapat membunuh bakteri tanpa meninggalkan sisa radiasi dalam air (Sulistiyandari, 2009). Selain itu desinfeksi dengan sinar ultraviolet mempunyai beberapa kelebihan antara lain tanpa bahan kimia, rasa, dan bau yang mengganggu, serta efektif membunuh sebagian besar bakteri patogen dan tanpa sampingan yang membahayakan serta tidak bergantung pada pH (Astari R, 2009).



Gambar 2. 1 Proses pengolahan dengan sistem UV  
(sumber: Utami EAY, 2016)

- h. Teknologi ozonisasi  
Ozon ( $O_3$ ) biasa digunakan sebagai desinfektan, menghilangkan bau, warna, dan rasa. Ozon ( $O_3$ ) mampu mengoksidasi besi dan mangan menjadi terpresipitasi dari sumber air, menekan pertumbuhan alga, memecah pestisida, dan dapat mengontrol klorin sebagai sisa produk desinfeksi. Ozon adalah oksidator kuat yang dapat bereaksi cepat hampir dengan semua zat organik, kecuali ion klorida karena tidak bereaksi dengan ozon dan ammonia yang hanya sedikit bereaksi dengan ozon. Waktu paruh atau *half life* hanya 20 menit tanpa residen (Sulistiyandari, 2009).
- i. Sistem pengisian  
Sistem pengisian memanfaatkan suplai air dari air tangki produk yang dipompakan oleh pompa yang dikontrol secara manual (oleh operator) dengan cara menghidupkan tombol power.
- j. Pompa Bilas/Cuci  
Pompa bilas/cuci memanfaatkan suplai dari tangki produk (air yang mengandung ozon) yang dipompakan oleh pompa pencucian gallon yang dikontrol secara manual oleh operator dengan cara menghidupkan dan mematikan tombol power.

## 2.6 Bakteri Koliform

Bakteri koliform merupakan suatu kelompok bakteri heterogen, berbentuk batang, gram negatif, aerob dan anaerob fakultatif. Pada kondisi aerob, bakteri ini mengoksidasi asam amino, sedangkan jika tidak terdapat oksigen, metabolisme bersifat fermentatif, dan energi diproduksi dengan cara memecah laktosa menjadi asam organik dan gas dalam waktu 24-48 jam, pada suhu 35° C (Suriawira, 1996). Bakteri koliform dibedakan menjadi dua tipe, yaitu *non fecal* dan *fecal coliform*. Tipe dari bakteri koliform ini dapat menyebabkan penyakit saluran pernafasan. Contoh dari tipe *fecal coliform* adalah bakteri *echerchia coli*, merupakan bakteri yang berasal dari kotoran manusia dan hewan. Tipe dari bakteri koliform ini dapat menyebabkan penyakit saluran pencernaan (Artianto, 2009).

Bakteri koliform di dalam perairan menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan. Semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri koliform, semakin tinggi pula resiko kehadiran bakteri patogen lainnya (Suprihatin, 2003). Keberadaan koliform lebih merupakan indikasi dari kondisi proses atau sanitasi yang tidak memadai dan keberadaannya dalam jumlah tinggi dalam air minum menunjukkan adanya kemungkinan pertumbuhan *Salmonella*, *Shigella*, dan *Staphylococcus* (Eulis et al, 2008).

### 2.6.1 Escheria Coli

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri yang bersifat fakultatif anaerob dan memiliki tipe metabolisme fermentasi dan respirasi tetapi pertumbuhannya paling banyak di bawah keadaan anaerob. Ukuran sel dari bakteri *E.coli* biasanya berukuran panjang 2,0 – 6,0  $\mu\text{m}$  dan lebar 1,1 – 1,5  $\mu\text{m}$  dengan bentuk sel bulat dan cenderung ke batang panjang (melliawati, 2009).

### 2.6.2 Staphylococcus Aereus

*Staphylococcus aereus* merupakan bakteri koagulase positif dan katalase positif, bersifat aerob dan anaerob fakultatif hal ini membedakannya dari spesies lain. Ukuran *Staphylococcus aereus* berdiameter 0,5 – 1  $\mu\text{m}$  dengan koloni berwarna kuning (Nasution, 2014). *Staphylococcus aereus* patogen



utama bagi manusia, hampir setiap orang akan mengalami beberapa tipe infeksi *Staphylococcus aureus* sepanjang hidupnya. Menurut Nasution (2014), *Staphylococcus aureus* mengandung lisostafin yang dapat menyebabkan lisisnya sel darah merah. Toksin yang dihasilkan adalah leukosidin, enterksin yang terdapat dalam makanan terutama yang mempengaruhi saluran pencernaan.

## **2.7 Fishbone Analysis**

Analisa tulang ikan dipakai untuk mengkategorikan berbagai sebab potensial dari satu masalah atau pokok persoalan dengan cara yang mudah dimengerti dan rapi. Juga alat ini membantu kita dalam menganalisis apa yang sesungguhnya terjadi dalam proses. Yaitu dengan cara memecah proses, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, kebijakan dan sebagainya (Imamoto et al., 2008).

Manfaat analisa tulang ikan yaitu :

1. Memperjelas sebab-sebab suatu masalah atau persoalan.
2. Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam penggunaan sumber daya, dan dapat mengurangi biaya.
3. Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk atau jasa, dan keluhan pelanggan.
4. Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.
5. Dapat memberikan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan.

Langkah-langkah dalam analisis *fishbone* adalah:

- a. Menyiapkan sesi sebab-akibat.
- b. Mengidentifikasi akibat.
- c. Mengidentifikasi berbagai kategori.
- d. Menemukan sebab-sebab potensial dengan cara sumbang saran.
- e. Mengkaji kembali setiap kategori sebab utama.
- f. Mencapai kesepakatan atas sebab-sebab yang paling

ungkinan.

Faktor-faktor dalam *fishbone* antara lain adalah:

- a. Faktor Manusia.
- b. Metode Kerja.
- c. Material.
- d. Mesin.
- e. Lingkungan.

Langkah-langkah penerapan dalam *fishbone analysis*:

Langkah 1: Menyiapkan sesi analisa tulang ikan.

Langkah 2: Mengidentifikasi akibat atau masalah.

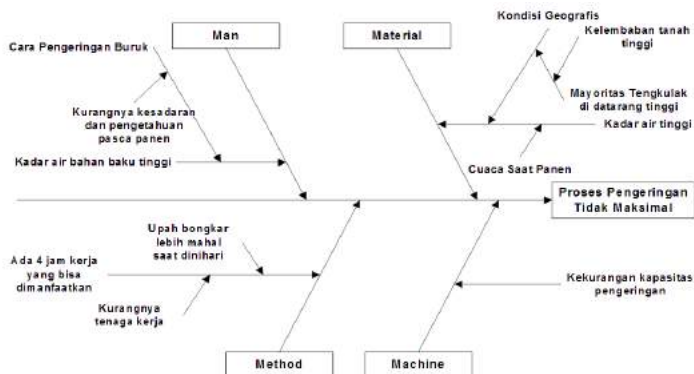
Akibat atau masalah yang akan ditangani ditulis pada kotak sebelah paling kanan diagram tulang ikan.

Langkah 3: Mengidentifikasi berbagai kategori sebab utama.

Dari garis horizontal utama, terdapat garis diagonal yang menjadi cabang. Setiap cabang mewakili sebab utama dari masalah yang ditulis.

Langkah 4: Menemukan sebab-sebab potensial dengan cara sumbang saran.

Langkah 5: Mengkaji kembali setiap kategori sebab utama.



Gambar 2. 2 diagram *fishbone* dengan faktor manusia, material, mesin, prosedur.

sumber: (Daniswara, 2014)

## 2.8 FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

*Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) adalah sebuah metode sistematis untuk menganalisa dan merangking risiko

yang terkait dengan bermacam-macam produk atau proses *failure modes* untuk yang terjadi dan yang kemungkinan akan terjadi, memprioritaskan risiko tersebut untuk dilakukan tindakan perbaikan, tindakan pada bagian-bagian yang memiliki risiko tertinggi, mengevaluasi ulang bagian-bagian tersebut dan mengembalikan ke langkah-langkah prioritas dalam siklus berkelanjutan (Dailey, 2004). Jun dan Huibin (2012) menjelaskan bahwa FMEA memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan metode *risk assessment* yang lain seperti FTA dan ETA yaitu lebih *feasible* dan efektif untuk perbaikan operasional serta mampu menganalisis risiko dalam skala yang lebih besar dan kompleks. FMEA terdiri dari beberapa jenis, antara lain seperti *Traditional FMEA* dan *Problabilistic FMEA*.

FMEA memberikan manfaat dalam memberikan penghematan biaya dan hemat waktu karena penyelesaian masalah yang sistematis pada akar permasalahan. Berikut merupakan kegunaan dari FMEA:

1. Ketika diperlukan tindakan pencegahan.
2. Ketika ingin mengetahui alat deteksi jika terdapat kegagalan.  
Penerapan proses baru.
3. Pergantian komponen baru.
4. Pemindahan proses baru.

### **2.8.1 Traditional FMEA**

*Traditional FMEA* merupakan metode analisis risiko atau jenis FMEA yang umum digunakan. Pada metode ini akan diberikan penilaian/pembobotan dengan menggunakan skala tertentu terhadap *failure modes* atau risiko yang terjadi dimana penilaian tersebut biasanya akan dinilai oleh *expert* atau *expert judgement* yang bersangkutan. Penilaian atau pembobotan yang dilakukan mengacu kepada tiga aspek yaitu *occurrence* (O), *detection* (D), dan *severity* (S) sebagaimana yang dipaparkan oleh Barends et al., (2012). *Occurrence* merupakan seberapa sering *failure mode* terjadi, *detection* merupakan terdeteksi suatu risiko dengan control yang digunakan saat ini atau dengan control yang ada *failure mode* dapat terdeteksi, dan *severity* merupakan dampak yang

muncul dari risiko. Dalam pengerjaan FMEA, tabel pengerjaan secara umum dapat dilihat pada Lampiran.

### 2.8.2 Severity

Nilai *severity* diperoleh melalui penilaian terhadap dampak dan gangguan yang ditimbulkan dari potensi kegagalan bila terjadi pada proses produksi berdasarkan hasil pengamatan, kemudian disesuaikan dengan definisi *severity* untuk setiap jenis gangguan yang dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 2. 5 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk Severity of Effects dalam FMEA Proses.

<b>Effect</b>	<b>Severity of effect for FMEA</b>	<b>Rating</b>
Tidak ada	Tidak memberikan pengaruh. Efek tidak terdeteksi atau tidak berdampak secara signifikan pada produksi dan konsumen. Menyebabkan kerugian biaya yang sangat kecil sekali.	1
Sangat kecil	Menyebabkan gangguan atau kekecewaan pada beberapa konsumen dan hasil produksi. Menyebabkan kerugian biaya yang rendah.	2
Kecil	Menyebabkan gangguan atau kekecewaan banyak pada konsumen dan hasil produksi. Menyebabkan kerugian waktu dan biaya yang agak rendah.	3
Sangat sedikit	Menyebabkan gangguan atau kekecewaan banyak sekali pada konsumen dan hasil produksi. Menyebabkan kerugian biaya yang rendah.	4

<b><i>Effect</i></b>	<b><i>Severity of efect for FMEA</i></b>	<b><i>Rating</i></b>
Sedikit	Menyebabkan pengurangan performa dari fungsi sampingan atau membuat cukup tidak nyaman. Menyebabkan kerugian biaya yang cukup tinggi.	5
Sedang	Menyebabkan hilangnya performa dari fungsi sampingan atau membuat ketidaknyamanan yang menonjol. Konsumsi baiya dan waktu yang besar.	6
Besar	Menyebabkan pengurangan performa dari fungsi utama. Konsumsi biaya yang sangat besar menyebabkan kerugian biaya yang besar.	7
Sangat besar	Menyebabkan pengurangan performa dari fungsi utama atau breakdown. Konsumsi biaya dan waktu yang mendekati tidak diterima.	8
Berbahaya dengan peringatan	Menyebabkan bahaya dan akan melanggar aturan pemerintah dan nasional. Tetapi masih diutamakan perhatian dan reaksi strategi. Menyebabkan bahaya serta kerugian yang sangat besar.	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Kegagalan menyebabkan bahaya tanpa peringatan. Menyebabkan kerugian biaya yang tidak dapat diterima.	10

Sumber: Carlson, Carl S. Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis, First Edition.

### 2.8.3 Occurrence

*Occurrence* dapat didefinisikan sebagai peluang munculnya kegagalan atau kesalahan dari tiap jenis gangguan berdasarkan definisi gangguan. Skala dari *occurrence* dan penjelasannya dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk Occurrence of Effects dalam FMEA Proses.

Kemungkinan Kegagalan	Kriteria: Sumber Penyebab (Umur Rencana/Keunggulan Barang/Kendaraan)	Kriteria: Sumber Kegagalan (Insiden Tiap Item)	Ranking
Sangat tinggi	Teknologi baru/desain baru yang sebelumnya belum ada.	$\geq 100$ per seribu $\geq 1$ dari 10	10
Tinggi	Kegagalan bisa dihindari dengan desain baru, aplikasi baru, atau biaya dalam siklus / kondisi pengoperasian.	50 per seribu 1 dari 20	9
	Kegagalan mungkin dengan desain baru, aplikasi baru, atau biaya dalam siklus / kondisi pengoperasian.	20 per seribu 1 dari 50	8
	Kegagalan belum pasti dengan desain baru, aplikasi baru, atau biaya dalam siklus / kondisi pengoperasian.	10 per seribu 1 dari 100	7
Sedang	Kegagalan sering dikaitkan dengan	2 per seribu 1	6

<b>Kemungkinan Kegagalan</b>	<b>Kriteria: Sumber Penyebab Rencana/Keunggulan Barang/Kendaraan</b>	<b>Kriteria: Sumber Kegagalan (Insiden Tiap Item)</b>	<b>Ranking</b>
	desain yang sama atau dalam simulasi desain dan pengujian.	dari 500	
	Kegagalan sesekali dikaitkan dengan desain yang sama atau dalam simulasi desain dan pengujian.	0.5 per seribu 1 dari 2000	5
	Kegagalan terisolasi dikaitkan dengan desain yang sama atau dalam simulasi desain dan pengujian.	0.1 per seribu 1 dari 10000	4
Rendah	Hanya kegagalan yang terisolasi yang berhubungan dengan desain yang hampir sama atau dalam simulasi desain dan pengujian.	0.01 per seribu 1 dari 100000	3
	Terdapat kegagalan yang diamati terkait dengan desain yang hampir sama atau simulasi desain dan pengujian.	$\leq 0.001$ per seribu 1 dari 1000000	2
Sangat rendah	Kegagalan dihilangkan melalui pencegahan preventif.	Kegagalan dihilangkan melalui pencegahan preventif	1

Sumber: Carlson, Carl S. Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis, First Edition.

#### **2.8.4 Detection**

*Detection* adalah suatu pengukuran yang menyangkut kemampuan jenis pengendalian untuk mendeteksi penyebab kegagalan atau mekanisme sebuah kesalahan atau kemampuan untuk mendeteksi model kegagalan berikutnya. Skala dari *detection* beserta keterangannya dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk Detection of Effects dalam FMEA Proses.

<b>Kemungkinan Mendeteksi</b>	<b><i>Detection</i></b>	<b><i>Rangking</i></b>
Hampir tidak mungkin	Kegagalan tidak dapat dideteksi.	10
Sangat jarang	Alat kontrol sangat sulit mendeteksi kegagalan.	9
Jarang	Alat kontrol sulit mendeteksi bentuk kegagalan.	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan sangat rendah.	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan rendah.	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan sedang.	5



<b>Kemungkinan Mendeteksi</b>	<b>Detection</b>	<b>Rangking</b>
Agak tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan cukup mudah.	4
Tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah.	3
Sangat tinggi	Alat ukur dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah dan akurat.	2
Hampir pasti	Alat kontrol dengan sangat mudah dan akurat.	1

Sumber: Carlson, Carl S. Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis, First Edition.

### **2.8.5 RPN (*Risk Priority Number*)**

Nilai ini merupakan produk dari hasil perkalian tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi. RPN menentukan prioritas dari kegagalan. RPN tidak memiliki nilai atau arti. Nilai tersebut digunakan untuk merangking kegagalan proses yang potensial. Nilai RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = severity \times occurrence \times detection.....(1)$$

Nilai RPN dari setiap masalah yang potensial kemudian digunakan untuk membandingkan penyebab-penyebab yang teridentifikasi selama melakukan analisis. Pada umumnya RPN jatuh diantara batas yang di tentukan, tindakan perbaikan dapat diusulkan atau di lakukan untuk mengurangi resiko. Ketika menggunakan teknik *risk assessment*, sangat penting untuk mengingat bahwa tingkat RPN adalah relatif terhadap analisis tertentu (dilakukan dengan sebuah set skala peringkat yang umum dan analisis tim yang berusaha untuk membuat

peringkat yang konsisten untuk semua penyebab masalah yang teridentifikasi selama melakukan analisis). Untuk itu, sebuah RPN didalam sesuatu analisa dapat dibandingkan dengan RPN yang lainnya didalam analisa yang sama, tapi dapat menjadi tidak dapat di bandingkan terhadap RPN di dalam satu analisa yang lain.

## **2.9 Penelitian Terdahulu**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Marpaung (2013), di Kecamatan Sukolilo Surabaya terdapat kurang lebih 23 depot air minum isi ulang, dimana dari 10 depot yang dilakukan sampling terdapat 4 depot yang belum memenuhi parameter *coliform*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Karnaningroem (2017), data sampel diambil di 4 kecamatan yaitu Kecamatan Rungkut, Kecamatan Wonocolo, Kecamatan Gubeng, Kecamatan Sukolilo dari total 54 depo yang terdata, 23 yang diambil sampel, terdapat 2 dari 7 depot di satu kecamatan yang tidak memenuhi baku mutu *coliform*.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Deskripsi Umum**

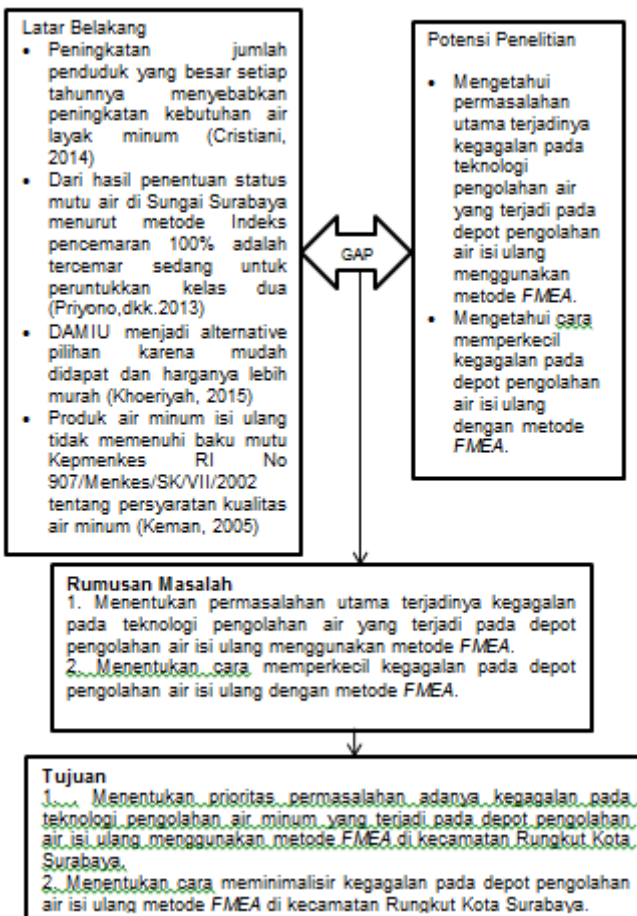
Metode penelitian digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Penelitian ini mengenai bagaimana cara mengetahui resiko kegagalan terhadap kualitas air minum hasil produksi depot air minum. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium di Laboratorium Teknik Lingkungan FTSLK ITS. Parameter yang digunakan adalah kekeruhan, pH, TDS dan total coliform. Metode yang digunakan adalah metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Variabel yang digunakan adalah sumber air baku dan teknologi pengolahan.

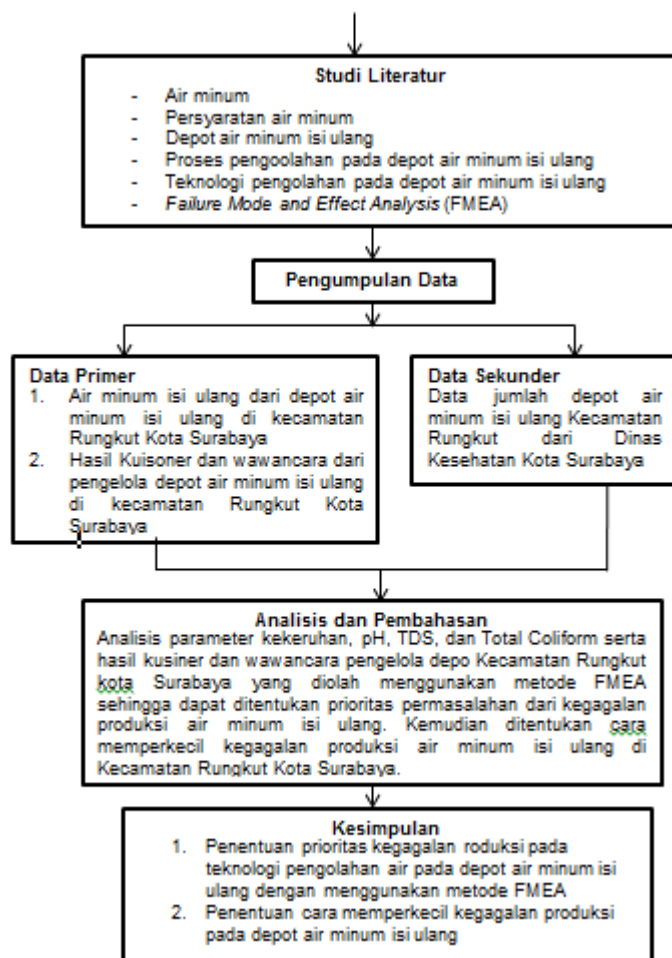
#### **3.2 Kerangka Penelitian**

Metode penelitian disusun dalam bentuk kerangka penelitian yaitu alur atau prosedur dalam penelitian yang akan dilakukan. Kerangka penelitian ini berfungsi sebagai berikut:

1. Sebagai gambaran awal tahapan penelitian sehingga memudahkan dalam penelitian dan penulisan laporan.
2. Memudahkan pembaca dalam memahami mengenai penelitian yang akan dilakukan.
3. Dapat mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan penelitian agar tujuan penelitian tercapai.
4. Sebagai pedoman awal dalam pelaksanaan penelitian, sehingga kesalahan penelitian yang terjadi dapat dihindari.

Berdasarkan ide yang telah dibuat, dapat dilihat kerangka penelitian yang disusun dalam Gambar 3.1.





Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

### 3.3 Tahapan Penelitian

Langkah penelitian ini menjelaskan mengenai tahapan atau urutan kerja yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Dalam langkah penelitian ini juga dijelaskan secara lebih rinci mengenai tahapan yang disusun dalam kerangka penelitian. Tujuan dari pembuatan tahapan penelitian ini adalah untuk

memudahkan pemahaman dan menjelaskan melalui deskripsi tiap tahapan. Berikut merupakan langkah atau tahapan yang dilakukan dalam penelitian yaitu :

### **3.3.1 Ide Penelitian**

Penelitian ini timbul karena adanya penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa kualitas air minum isi ulang dari depot air minum isi ulang yang masih belum memenuhi baku mutu Kepmenkes RI No 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang persyaratan kualitas air minum. Salah satunya adalah adanya indikasi nilai total coliform yang melewati baku mutu. Berdasarkan masalah tersebut, dilakukan analisa kualitas air minum isi ulang untuk mendapatkan prioritas masalah dan upaya pencegahannya.

### **3.3.2 Studi Literatur**

Dalam studi literatur ini bertujuan untuk membantu dan mendukung ide studi serta dapat meningkatkan pemahaman lebih jelas terhadap ide yang akan diteliti. Literatur juga harus mendapat *feedback* dari analisa data dan pembahasan untuk menyesuaikan hasil analisa dengan literatur yang ada. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal internasional dan jurnal Indonesia, peraturan, *text book*, makalah seminar serta tugas akhir yang berhubungan dengan penelitian ini.

### **3.3.3 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan sebagai acuan yang akan digunakan dalam penentuan parameter penelitian. Data-data tersebut yaitu:

- Data primer.  
Analisa kualitas air sampel yang diambil dari depot air minum isi ulang di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya dan dilakukan uji kualitas di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS.
- Survey Depot Air Minum Isi Ulang.  
Survey dilakukan secara langsung dengan mencocokkan data depot air minum isi ulang dari Dinas Kesehatan Surabaya dengan kondisi lapangan sehingga didapatkan jumlah depot air minum isi ulang di Kecamatan Rungkut Surabaya.

- Pemilihan Depo.  
Depot air minum isi ulang yang telah di survey di Kecamatan Rungkut diolah dengan menggunakan metode *Cluster Sampling* dan Sistematis Sampling. Depot yang akan diteliti diperoleh dengan mengolah data seluruh depot air minum isi ulang di Kecamatan Rungkut, sehingga diperoleh depot air minum isi ulang yang mewakili/yang akan diteliti, dimana dalam teknologi pengolahan dipilih berdasarkan jumlah depot yang menggunakan terbanyak.
- Frekuensi Pengambilan Sampel.  
Sampel diambil sebanyak satu kali pada setiap depot air minum isi ulang yang telah ditentukan.
- Pengambilan sampel sesuai dengan metode penelitian air. Sampel air pada penelitian ini diambil menggunakan botol air mineral dan botol kaca yang telah disterilisasi di laboratorium menggunakan *autoclave*. Botol air mineral difungsikan sebagai tempat sampel untuk parameter fisik dan kimia, sedangkan botol kaca difungsikan untuk parameter biologis. Kemudian saat proses sampling disiapkan lilin untuk sterilisasi kembali botol sebelum dan sesudah proses sampling khususnya sampel dengan parameter biologis.
- Parameter Koliform.  
Analisa mikrobiologi Total Koliform dilakukan dengan menggunakan metode MPN (*Most Probable Number Test*) yang terdiri dari uji persumptif menggunakan medium *Lactose Broth*, uji konfirmasi menggunakan media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) dan uji pelengkap menggunakan media *Eosine Methylene Blue* (EMB). Setelah diperoleh hasil dari metode MPN selanjutnya disesuaikan dengan Tabel MPN Index.
- Parameter TDS.  
Analisa TDS dengan menghitung jumlah zat padat total dengan rumus:  
Kadar Padatan Terlarut Total  

$$(\text{mg/L}) = \frac{(B - A1) \times 10^6}{\text{mL}}$$

Kadar Padatan Terlarut Total yang terikat



$$(\text{mg/L}) = \frac{(C - A_2) \times 10^6}{mL}$$

Zat Padat Terlarut Total yang menguap (mg/L) =  
Kadar padatan terlarut total (mg/L) – Kadar padatan terlarut total yang terikat (mg/L)

dimana:

$A_1$  = berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 180° C.

$A_2$  = berat tetap (g) cawan kosong setelah pembakaran 550° C.

B = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pemanasan 180° C.

C = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pembakaran 550° C.

- Parameter Kekeruhan.  
Analisa kekeruhan menggunakan Spektrofotometer dengan menggunakan panjang gelombang 415 nm. Setelah didapatkan nilai dalam absorbansi kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai NTU dengan menggunakan kurva kalibrasi.
- Parameter pH.  
Analisa parameter pH menggunakan pH meter, dimana penggunaannya adalah dengan mencelupkan pH meter kedalam sampel sehingga didapatkan nilai pH untuk masing-masing sampel yang akan diuji.
- Data Kuisioner  
Kuisioner ini bertujuan untuk mengetahui apa-apa saja dimulai dari perilaku petugas, kebersihan alat, kebersihan tempat, pemeliharaan pada depot air minum isi ulang di lokasi penelitian, serta untuk mendapatkan informasi-informasi yang menunjang dalam analisa dan pembahasan. Kuisioner diisi dengan wawancara langsung kepada pihak yang bersangkutan.

### **3.3.4 Fishbone Analysis**

Dalam tahap ini akan dianalisis semua yang diperkirakan menjadi penyebab dari sebuah kegagalan produksi. Sehingga diharapkan mempermudah dalam analisa pembahasan sebelum masuk ke dalam tahapan prosedur FMEA. Setiap parameter yang tidak memenuhi baku mutu permenkes 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air

minum yang diatur dalam Kepmerindag no 651/MPP/kep/10/2004 tentang persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya akan dibuat diagram *fishbone* untuk setiap parameter yang melebihi baku mutu permenkes 492/MENKES/PER/IV/2010.

### **3.3.5 Prosedur FMEA**

Dalam tahap ini dilakukan analisa berdasarkan metode FMEA sehingga diharapkan setelah dilakukannya prosedur ini akan memunculkan hasil mengenai kegagalan produksi dari ide studi. Tahapan yang dilakukan pada metode ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan unit yang akan dianalisis dari penelitian pendahuluan.
- b. Mengidentifikasi moda kegagalan dari proses yang diamati dari unit yang dianalisis.
- c. Mengidentifikasi akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan *potential failure*.
- d. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari moda kegagalan yang terjadi pada proses yang berlangsung.
- e. Menetapkan nilai – nilai dilakukan dengan 3 sampai 7 orang agar hasilnya lebih obyektif, terdiri dari 1 orang pakar yang ahli dalam bidang tersebut seperti *supplier* alat atau pihak yang mengecek kinerja alat, 1 orang pengelola depot air minum, 1 pengawas Dinas Kesehatan Surabaya (dengan cara observasi lapangan dan *brainstorming*).
- f. Menentukan nilai RPN, yaitu nilai yang menunjukkan keseriusan dari *potential failure*.
- g. Menentukan prioritas kegagalan untuk menentukan tindakan.
- h. Pengambilan tindakan untuk penghilangan atau penurunan kegagalan risiko tinggi
- i. Perhitungan nilai RPN kembali setelah dilakukan tindakan perbaikan.

### **3.3.6 Analisis Data dan Pembahasan**

Analisis data dan pembahasan dilakukan terhadap data yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian. Pembahasan yang dibuat dari hasil analisis ditampilkan dalam bentuk tabel atau

grafik serta dianalisis secara deskriptif. Tabel dan grafik yang disajikan berupa perbandingan antara baku mutu dengan kualitas produksi.

### **3.3.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis data penelitian serta pembahasan. Kesimpulan, merupakan bagian yang menjawab rumusan masalah dan sebanding dengan tujuan penelitian. Kesimpulan merupakan poin-poin yang dapat dibuat secara simple dan ringkas dari pembahasan yang telah dibuat. Saran juga diperlukan untuk menyempurnakan penelitian yang dilakukan saat ini. Penelitian dilakukan dengan membuat rekomendasi apabila dilakukan penelitian yang sejenis dengan penelitian saat ini. Pada umumnya, kesimpulan yang dibuat bersifat sementara.

## **BAB IV**

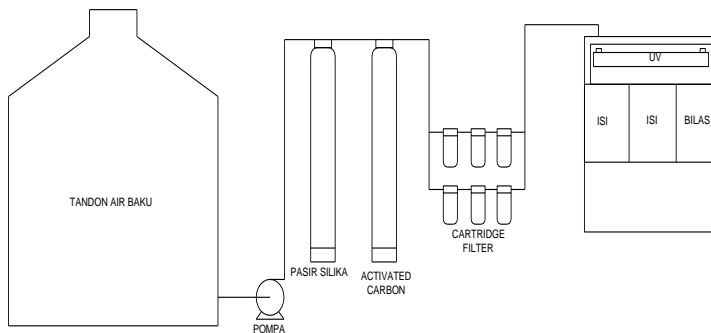
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Identifikasi Risiko Penyebab Kegagalan**

##### **4.1.1 Pelaksanaan Penelitian**

Pada penelitian ini pengambilan sampel atau air dari depot air minum isi ulang di kecamatan rungkut yang akan diteliti diperoleh dengan melakukan survey langsung ke depot air minum isi ulang yang ada di tiap kelurahan di kecamatan rungkut. Berdasarkan hasil survei, didapatkan 26 depot air minum isi ulang dengan penggunaan 2 jenis teknologi pengolahan pada bagian desinfeksi, 2 teknologi desinfeksi itu adalah teknologi ultraviolet, dan teknologi sinar UV. Data jumlah depot yang menggunakan teknologi ultraviolet adalah sebesar 18 depot, untuk teknologi ozon sebanyak 2 depot sedangkan untuk teknologi *UV dan ozon* sebanyak 6 depot. Untuk sumber air baku yang digunakan, berdasarkan hasil survey didapatkan 18 depot menggunakan air baku yang berasal dari air pegunungan Prigen, 3 depot air pegunungan Pandaan, 1 depot air pegunungan Trawas, 1 depot air pegunungan Tretes dan 1 depot air pegunungan Pacet.

Dalam pengolahannya, masing-masing depot tidak langsung mengolah air baku melalui sistem ultraviolet, atau ozon, akan tetapi mengolah air baku pertama melalui filter awal yang terdiri dari filter berbahan silika yang berfungsi untuk menghilangkan partikel-partikel dan mengurangi tingkat kekeruhan kemudian dilanjutkan pengolahan filter kedua yaitu karbon aktif, pada filter dua ini berfungsi untuk menyaring kotoran, mengurangi tingkat kekeruhan, mengurangi kadar besi, menyaring bau, dan warna. Selanjutnya dilanjutkan dengan pengolahan menggunakan *cartridge filter*, fungsinya adalah untuk menyaring atau menjernihkan dari partikel-partikel halus. Setelah tahap filter selesai, maka baru masuk ke dalam tahapan penggunaan teknologi UV, ataupun ozon. Gambar diagram proses pengolahan pada masing-masing teknologi pengolahan secara umum dapat dilihat pada Gambar 4.1 – Gambar 4.3.



**Gambar 4. 1 Proses Pengolahan dengan Sistem Ultraviolet**

Pada penelitian lapangan ini nama depot air minum isi ulang yang diteliti disamakan menggunakan nama yang telah disesuaikan sendiri. Daftar nama depot air minum isi ulang, teknologi pengolahan dan sumber air baku yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4. 1 Daftar Nama Depot, Teknologi Pengolahan, dan Sumber Air Baku**

No	Nama Depot	Teknologi Pengolahan	Air Baku
1	Azami	UV	Prigen
2	Alifa	UV	Prigen
3	Jaya Makmur	UV	Pacet
4	Fresh isi ulang	UV	Prigen
5	AMS	Ozon	Prigen
6	ASA	UV	Pacet
7	Amsal	UV	Prigen
8	Life water	UV	Prigen

No	Nama Depot	Teknologi Pengolahan	Air Baku
9	Wahyu	UV	Prigen
10	Mata Air	UV, ozon	Prigen
11	Asri	UV	Prigen
12	Barokah	UV	Prigen
13	Heny Tirta jaya	UV	Prigen
14	Tirta Makmur	UV	Prigen
15	Syafi	UV	Prigen
16	Tirto Bening	UV	Prigen
17	Tirta Jaya	UV	Prigen
18	Tanjung Biru	UV, Ozon	Prigen
19	Zahara	UV	Prigen
20	Lansam fresh	UV, Ozon	Pandaan
21	Total prima	UV, Ozon	Pacet
22	Anisa	UV	Pacet
23	Seven Dream	UV	Prigen
24	Tirta Prima	Ozon	Pandaan
25	Aini	UV	Pacet
26	Tirto Wening	UV	Pacet

Untuk penentuan depot air minum isi ulang yang akan diteliti, ditetapkan berdasarkan penggunaan metode *cluster sampling* dan sistematis sampling. Dimana dari hasil survei telah didapatkan 2 cluster sesuai dengan teknologi pengolahan yaitu teknologi ultraviolet, dan teknologi ozon. Selanjutnya dilakukan sistematis sampling, teknik sistematis sampling yaitu berdasarkan urutan dari anggota populasi yang telah diberi nomor urut (Sugiyono, 2010). Jumlah keseluruhan depot adalah 26 depot. Untuk memilih sampel, dipilih 20 depo berdasarkan lokasi pada kelurahan di kecamatan Rungkut, didapatkan 20 depot air minum isi ulang untuk diteliti, jadi total

keseluruhan 15 depot air minum isi ulang menggunakan teknologi UV, 1 depot air minum isi ulang menggunakan teknologi ozon, dan 4 depot air minum isi ulang menggunakan teknologi UV dan ozon. Masing-masing depot diambil air hasil olahan, sehingga total sampel sebanyak 20 sampel. Nama depot yang akan diuji dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Daftar Nama Depot yang Akan Diteliti

No	Nama Depot	Teknologi Pengolahan	Air Baku
1	Azami	UV	Prigen
2	Alifa	UV	Prigen
3	Jaya Makmur	UV	Pacet
4	Fresh isi ulang	UV	Prigen
5	AMS	Ozon	Prigen
6	ASA	UV	Pacet
7	Amsal	UV	Prigen
8	Life water	UV	Prigen
9	Wahyu	UV	Prigen
10	Mata Air	UV, ozon	Prigen
11	Barokah	UV	Prigen
12	Heny Tirta jaya	UV	Prigen
13	Tirta Jaya	UV	Prigen
14	Tanjung Biru	UV, Ozon	Prigen
15	Zahara	UV	Prigen
16	Total prima	UV, Ozon	Pacet
17	Anisa	UV	Pacet
18	Seven Dream	UV	Prigen
19	Aini	UV	Pacet
20	Tirto Wening	UV	Pacet

#### **4.1.2 Analisis Kualitas**

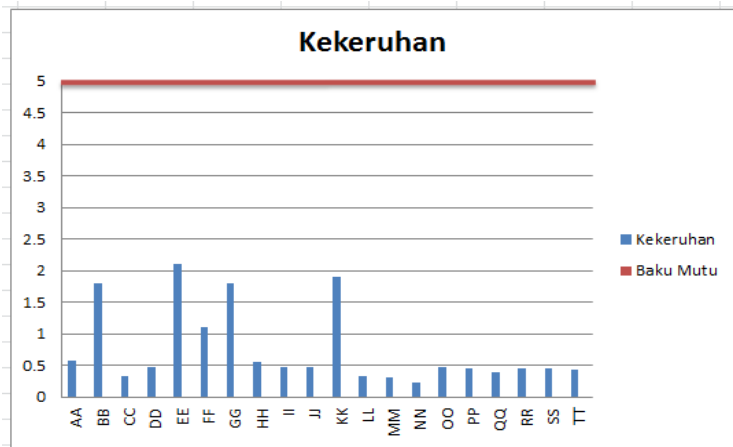
Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah air hasil olahan dari masing – masing depot yang telah dilakukan *cluster*. Analisa kualitas ini dilakukan agar diketahui kualitas depot air minum isi ulang yang ada, sehingga dapat dilakukan analisa lanjutan terhadap risiko – risiko yang menyebabkan kegagalan pada pengolahan sehingga mengganggu kualitas produksi. Air olahan diteliti untuk mengetahui kualitas air olahan apakah sudah memenuhi baku mutu.

Dalam pengambilan sampel digunakan galon berukuran 2,5 liter bertujuan untuk menyamakan wadah yang digunakan oleh pembeli yang lain pada depot air minum isi ulang tersebut. Sebelum pengambilan air olahan depot air minum isi ulang, dilakukan pencucian pada galon berukuran 2,5 liter tersebut bertujuan untuk mencuci galon yang akan menjadi wadah dari hasil air olahan depot air minum isi ulang.

##### **4.1.2.1 Kekeruhan**

Kekeruhan merupakan parameter yang penting dalam standar air minum, karena jika air memiliki nilai kekeruhan yang tinggi maka hal tersebut akan berdampak sulit untuk desinfeksi, yaitu proses pembunuhan mikroba yang terkandung pada air yang diolah. Pada analisis kekeruhan menggunakan alat turbidimeter dimana dalam penggunaannya langsung dilakukan pembacaan terhadap nilai kekeruhan dari masing – masing sampel. Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa semua depot air minum isi ulang masih memenuhi baku mutu yang diatur pada peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum yaitu 5 NTU. Dimana nilai tertinggi adalah 2,1 NTU.

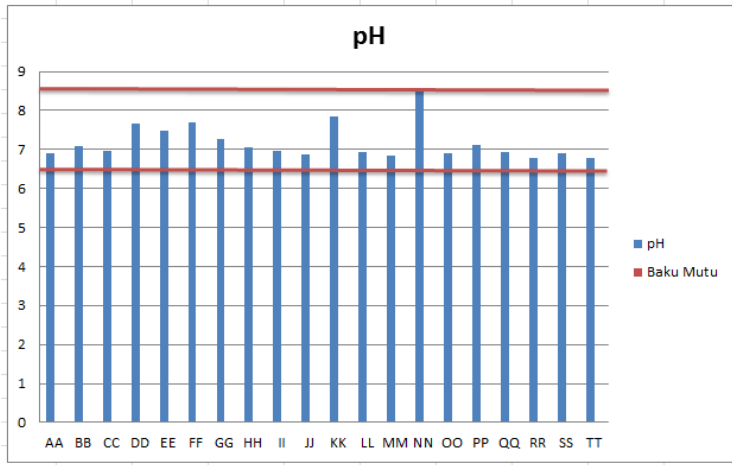




Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran Kekeruhan pada 20 depot di kecamatan Rungkut

#### 4.1.2.2 pH

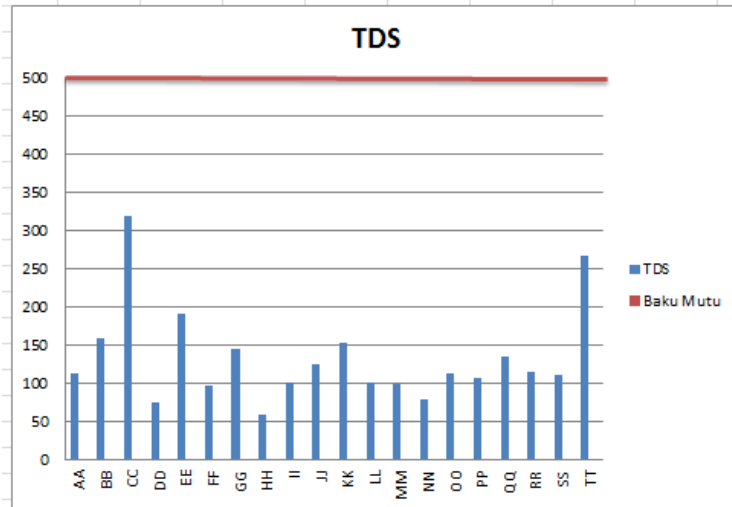
pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau asa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda (Amani, 2016). Analisa pH pada penelitian ini menggunakan pH meter. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa semua depot air minum isi ulang terdapat 1 depot air minum isi ulang yang tidak memenuhi baku mutu yang diatur pada peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang kualitas air minum yaitu 6.5 – 8.5, tetapi nilai pH yang basa pada air minum baik untuk tubuh, jadi tidak diperlukan analisis untuk parameter ini.



Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran pH pada 20 depot di kecamatan Rungkut

#### 4.1.2.3 TDS

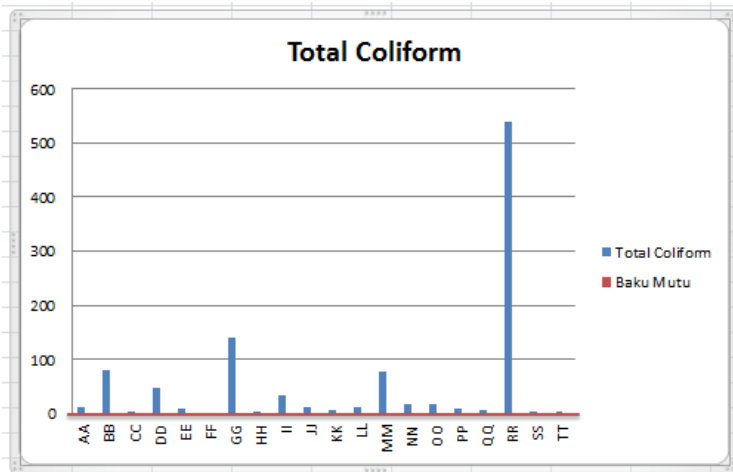
Pada analisa TDS dalam penelitian ini dilakukan dengan pengukuran menggunakan alat TDS meter,. Dari data hasil uji nilai TDS dapat dilihat bahwa 20 depot air minum isi ulang yang telah diuji kualitasnya masih memenuhi baku mutu yang diatur pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu 500 mg/L, dari 20 depot air minum isi ulang nilai TDS tertinggi yaitu 319 mg/L dan nilai terendah yaitu 58.6 mg/L.



Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran TDS pada 20 depot di kecamatan Rungkut

#### 4.1.2.4 Total Coliform

Pada analisa total koliform ini menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*). Metode MPN ini menggunakan media *Lactose Broth* (LB) yang digunakan untuk uji persumtif yang nantinya apabila terdapat tabung positif akan dilanjutkan dengan analisa konfirmasi menggunakan media BGLBB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*) dan dibaca hasil analisa pada Tabel MPN Index. Hasil analisa secara lengkap mengenai total koliform menggunakan metode MPN ini dapat dilihat pada Lampiran. Dari hasil analisis diketahui bahwa hanya 1 depot yang telah memenuhi baku mutu yang diatur pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu 0 per 100 ml. Dalam penelitian ini, kandungan total coliform dari 20 depot air minum isi ulang di kecamatan rungkut tertinggi sebesar 540. Karena 19 depot masih belum memenuhi baku mutu, maka perlu adanya analisa lanjutan sehingga diketahui penyebab terjadinya kegagalan. Hasil analisa dapat dilihat pada gambar



Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran Total Koliform pada 20 depot di kecamatan Rungkut

#### 4.1.3 Penentuan Kriteria Risiko

Risiko adalah segala hal yang tidak diinginkan untuk terjadi (Djajadikerta, 2004). Berdasarkan definisi tersebut, maka definisi dari risiko pada penelitian ini adalah segala sesuatu kejadian yang menyebabkan kurang optimalnya produksi karena sesuatu diluar kendali.

Berdasarkan data kualitas yang telah disampaikan pada pembahasan sebelumnya, parameter yang melebihi baku mutu terdapat pada pH dan total koliform. Menurut Rosita (2014), derajat Keasaman atau pH merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Nilai pH dipengaruhi beberapa parameter, antara lain aktivitas biologi, suhu, kandungan oksigen dan ion-ion. Pengaruh pH terhadap air adalah sangat besar, untuk air minum jika pH air terlalu rendah akan berasa pahit atau asam, sedangkan jika terlalu tinggi maka air akan berasa tidak enak (kental atau licin). Dalam penelitian ini terdapat 1 depot air minum isi ulang memiliki nilai pH melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Total koliform yang berada di dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya

mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Pakpahan et al, 2015). Dalam penelitian ini didapatkan hasil total koliform yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, dari 20 depot yang diambil sampel hanya 1 yang lolos baku mutu PERMENKES No. 492 tahun 2010. Meskipun parameter lain memenuhi baku mutu, dalam teknologi pengolahan di depot air minum isi ulang proses desinfeksi yang dapat menghilangkan mikroba dalam air minum, namun kualitas alat pengolahan, kebersihan operator, kecepatan aliran air, perilaku operator, dan pengemasan air juga mempengaruhi kualitas air minum itu sendiri (pakpahan et al, 2015).

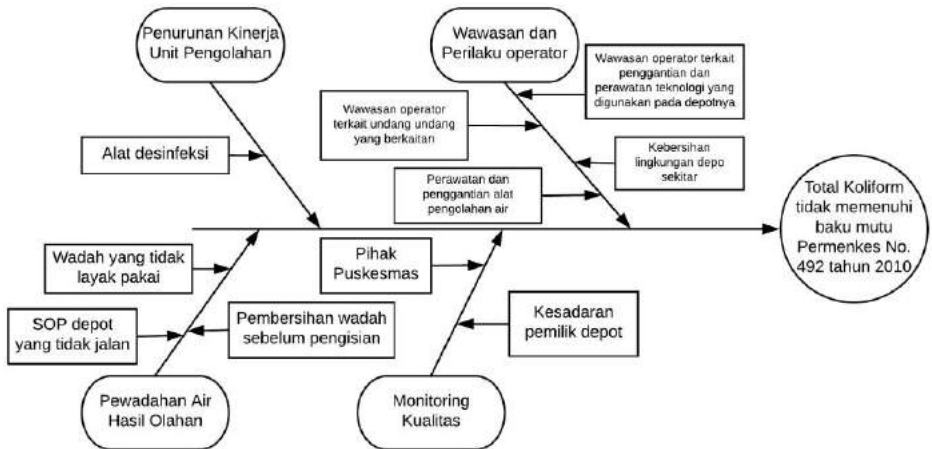
Sehingga kriteria risiko yang dianalisis dalam penelitian ini adalah pH dan total koliform.

#### **4.1.4 Identifikasi Risiko**

Menurut Djohanputro (2008), tahapan pertama dalam proses manajemen risiko adalah tahap identifikasi risiko. Menurut Bria (2012) Identifikasi risiko adalah suatu proses untuk mengenali, menemukan, atau mengidentifikasi risiko. Risiko dapat diidentifikasi melalui sumber dari risiko dan dampak kerugian yang ditimbulkannya. Berdasarkan dampak tersebut dapat dinilai risiko apa saja yang berpotensi besar dalam menimbulkan kerugian. Menurut Darmawi (2008) Proses identifikasi risiko merupakan poses yang penting dikarenakan pada proses inilah semua risiko yang ada atau yang mungkin terjadi harus diidentifikasi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap pengolahan air minum isi ulang diperoleh beberapa komponen faktor penyebab kualitas air olahan depot air minum isi ulang menurun. Beberapa komponen tersebut adalah penurunan kinerja unit pengolahan, kurangnya monitoring yang berkelanjutan dari puskesmas ataupun kesadaran dari pemilik depo, pengetahuan dan perilaku pemilik dan pengelola depo yang kurang, pengemasan air yang tidak higienis, dan tidak terlaksana atau tidak adanya SOP. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang faktor – faktor kegagalan dan permasalahan

yang mempengaruhi kualitas air minum pada uji total koliform, faktor dan permasalahan ini disusun menggunakan fishbone analisis untuk mengidentifikasi efek, dan penyebab permasalahan. Fishbone analysis untuk risiko secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 6 Diagram Fishbone Analisis Kualitas Air produksi Depot Air Minum Isi Ulang

#### 4.1.5 Risiko Penyebab Kualitas Air Minum

Risiko penyebab penurunan kualitas air produksi depot air minum isi ulang di Kecamatan Rungkut adalah sebagai berikut:

##### 1. Monitoring kualitas kurang

Monitoring kualitas merupakan faktor penting untuk selalu memberikan air layak minum berdasarkan Permenkes No. 492 tahun 2010 kepada pelanggan. Dari monitoring ini dapat terpantau kualitas air olahan dan dapat diketahuiparameter apa yang kurang sehingga dapat diperbaiki setelahnya. Monitoring ini memiliki dua faktor, faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yakni pemilik depot yang memiliki kewajiban dalam melakukan

perbaikan secara terus – menerus dengan melakukan uji kualitas air hasil olahan depot air minum isi ulangnya, namun pada kenyataannya beberapa pemilik depot tidak memonitoring secara berkelanjutan, hanya menunggu hasil tes dari Dinas Kesehatan atau Puskesmas terdekat yang hanya 4-5 bulan sekali. Puskesmas terdekat sudah melakukan monitoring di beberapa kelurahan di kecamatan rungkut, namun waktu monitoringnya berkisar 4-5 bulan sekali dan bahkan ada yg tidak terkontrol dalam waktu 7 bulan. Berdasarkan kenyataan tersebut, maka perlu adanya monitoring dari eksternal yaitu dari Dinas Kesehatan setempat, uji kualitas seharusnya dilakukan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum yaitu 4 tahun sekali untuk inspeksi sanitasi, 1 bulan sekali untuk parameter mikrobiologi dan fisika serta 6 bulan sekali untuk parameter kimia wajib dan kimia tambahan. Tidak adanya sosialisasi atau pelatihan terkait wawasan dan perilaku dari dinas terkait yang mengakibatkan kesadaran pengelola dan pemilik depo ini kurang. perbaikan ini sulit untuk diminimalisir dikarenakan tidak adanya sanksi yang tegas apabila pemilik depot atau instansi terkait tidak melakukan monitoring tersebut.

2. Perilaku dan wawasan pengelola depot  
Perilaku dan wawasan pengelola depot ini merupakan faktor penting untuk menjaga alat pengolahan dapat tahan lama dan maksimal, serta dapat menjaga kualitas air olahan tetap di bawah baku mutu Permenkes No. 492 tahun 2010. Dalam kuisioner yang telah ditanyakan dan dilakukan wawancara kepada pengelola maupun pemilik depot air minum isi ulang di kecamatan Rungkut ini menyatakan bahwa wawasan pengelola dan pemilik depot terkait undang – undang yang mengatur depot air minum isi ulang ini kurang, dalam Keputusan

Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI No. 651 tahun 2004 yang mengatur tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan perdagangannya menyebutkan terkait pengawasan terhadap mutu produk depot, pembilasan wadah yang digunakan oleh konsumen, pada 2 hal tersebut pengawasan yang dilakukan oleh pengelola atau pemilik depot air minum kurang tegas dalam memonitoring kualitas air hasil olahan, dan terdapat pula depot air minum yang tempat pembilasan wadahnya tidak berfungsi dikarenakan kerusakan pada outlet penyemprot. Dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, beberapa pengelola dan pemilik depot air minum isi ulang tidak mengetahui minimal parameter air layak minum. Dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang *hygiene* sanitasi depot air minum dinyatakan bahwa terdapat maksimal keterlambatan pengantaran air minum isi ulang kepada konsumen yaitu maksimal enam jam, dan hasilnya dari 20 responden maksimal keterlambatan dalam mengirim air minum isi ulang kepada konsumen yaitu dua jam. Perilaku pengelola depot dalam melayani konsumen juga menentukan kualitas air olahan depot, terdapat beberapa depot yang tidak menjaga kebersihan lingkungan sekitar depot, tidak melakukan pembersihan pada tempat pembilasan dan tempat pengisian air minum isi ulang, tidak melakukan pembilasan pada wadah konsumen yang akan diisi dapat mengakibatkan risiko kualitas air minum isi ulang menurun. Diperlukan kesadaran pemilik depo terkait undang – undang yang mengatur depot air minum isi ulang agar kualitas air hasil olahan tersebut masih memenuhi baku mutu. Diperlukan pula perhatian pemilik depo kepada pengelola, terkait pemberian wawasan dan sosialisasi perilaku agar kualitas air olahan



yang dihasilkan oleh depot air minum pemilik tersebut masih memenuhi baku mutu kualitas air minum.

3. Pengemasan Air

Dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI No. 651 tahun 2004 tentang persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya disebutkan terkait wadah yang layak digunakan konsumen, dalam hal ini, masih terdapat beberapa pengelola depo yang menggunakan wadah yang kotor bagian dalamnya, hal ini dapat membuat kualitas air hasil olahan tidak sesuai baku mutu.

4. Penurunan kinerja unit pengolahan

Faktor ini sangat penting karena berdampak besar pada tidak sesuainya air hasil olahan dengan standar baku mutu yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Penurunan kinerja unit dapat diakibatkan oleh pemilihan media yang tidak efektif, perawatan yang tidak dilakukan oleh pemilik atau pengelola depot, dan penggantian alat – alat yang tidak dilakukan secara berkala. Dari hasil uji kualitas pada depot, ditemukan nilai uji pH dan uji koliform tidak memenuhi baku mutu.

#### **4.1.6 Penentuan Bobot Kepentingan Risiko**

Penentuan bobot untuk masing-masing risiko digunakan untuk memudahkan dalam mempertimbangkan dalam proses tindakan prioritas optimasi. Pemberian bobot untuk masing-masing risiko berdasarkan pada besaran dampak yang ditimbulkan. Semakin besar risiko yang ditimbulkan maka semakin besar pula bobot yang diberikan. Dalam pembobotan kepentingan risiko ini dibedakan menjadi dua yakni secara teknis dan non teknis. Bobot secara teknis diberikan bobot sebesar 70% dikarenakan dampak apabila terjadi kegagalan dari segi teknis maka hasil produksi dapat melampaui baku

mutu sehingga sangat berdampak besar. Sedangkan untuk segi non teknis diberikan bobot sebesar 30%, bobot risiko non teknis lebih rendah dikarenakan kegagalan yang ditimbulkan dari segi non teknis sebenarnya masih dapat diatasi apabila secara teknis berjalan dengan baik dan benar.

Tabel 4. 3 Bobot Kepentingan Risiko

Identifikasi Risiko	Why 1	Why 2	Why 3	Dampak
Kualitas air olahan yaitu uji koliform yang tidak memenuhi baku mutu PERMENKES No. 492 tahun 2010	Teknis	Penurunan kinerja unit pengolahan	Pasir silika	Hasil produksi dapat melampaui standar baku mutu yang ditetapkan
			Activated Carbon	
			Cartridge filter	
			Teknologi desinfeksi	
	Non teknis	Wawasan dan Perilaku Operator	Wawasan operator terkait undang undang yg berkaitan	Mengganggu kinerja unit pengolahan
			Wawasan operator terkait penggantian dan perawatan teknologi yang digunakan pada depotnya	
			Perawatan dan penggantian alat pengolahan air	
			Kebersihan operator	
			Kebersihan lingkungan sekitar depo	
			Pihak puskesmas (eksternal)	
		Monitoring kualitas	Kesadaran pemilik depot (internal)	
		Pengemasan Air	Pembersihan wadah sebelum pengisian	

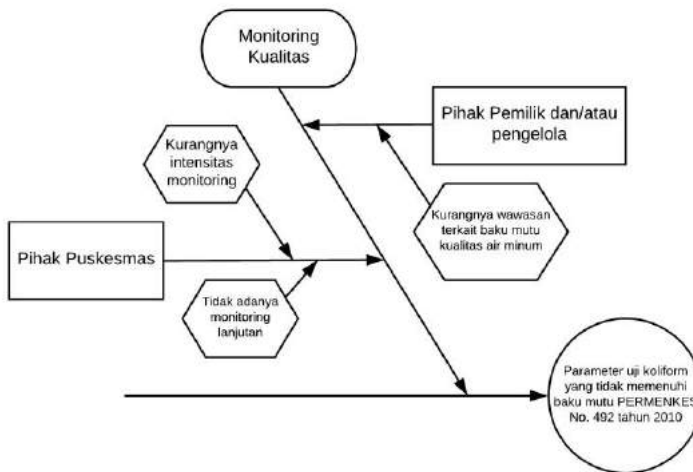
Identifikasi Risiko	Why 1	Why 2	Why 3	Dampak
			Penggunaan wadah tidak layak pakai	
		Tidak terlaksananya SOP	-	

#### 4.1.7 Fishbone Analysis

Pada sub bab ini akan membahas lebih jauh mengenai analisa dari parameter yang tidak lolos Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum. Analisa yang dilakukan adalah analisa pada parameter uji koliform dari dua puluh depot air minum isi ulang, hanya satu yang lolos uji koliform. Pada sub bab ini fishbone yang akan dibahas yaitu faktor yang menyebabkan air olahan tidak memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang Kualitas Air Minum. Analisa ini diharapkan mempermudah dalam enilaian RPN dan pengambilan kesimpulan apa yang menjadi penyebab dan upaya pencegahan pada pengolahan air minum isi ulang. Pada sub bab ini fishbone yang akan dibahas yaitu fishbone per faktor yang mempengaruhi total koliform tidak memenuhi baku mutu PERMENKES No. 492 tahun 2010.

##### a. Monitoring Kualitas

Monitoring kualitas ini memegang peran penting dalam memastikan kualitas air minum depot isi ulang sesuai dengan parameter baku mutu. Dalam monitoring kualitas ini terdapat dua faktor penting yaitu faktor internal dan faktor eksternal, faktor internal monitoring kualitas ini adalah monitoring dari pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang, faktor eksternal monitoring kualitas ini adalah monitoring dari dinas kesehatan dan/atau puskesmas.



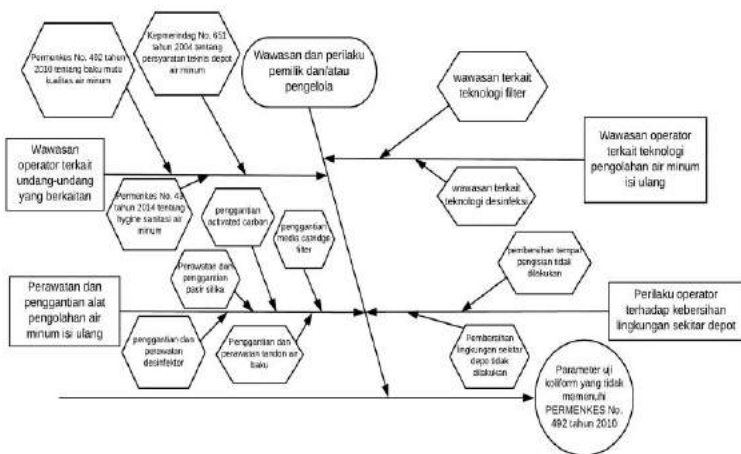
Gambar 4. 7 Analisa Fishbone Faktor Monitoring Kualitas

Monitoring kualitas ini dilakukan dari dua pihak agar kualitas hasil air olahan memenuhi baku mutu air minum sehingga tidak berdampak kepada konsumen.

b. Wawasan dan perilaku pemilik dan/atau pengelola depot

Wawasan dan perilaku pemilik dan/ atau pengelola depot air minum isi ulang penting dalam mempengaruhi kualitas air minum isi ulang yang dihasilkan. Terdapat empat faktor yang diturunkan dari wawasan perilaku pemilik dan/atau pengelola depot, empat faktor tersebut yakni wawasan operator terkait undang-undang yang berlaku, wawasan operator terkait teknologi pengolahan air minum isi ulang, perawatan dan penggantian alat pengolahan air minum isi ulang, dan perilaku operator terhadap kebersihan lingkungan sekitar depot. Pada wawasan operator terkait undang undang yang berlaku, undang-undang yang mengatur depot yakni Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air

minum, Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang Hygiene sanitasi depot. Pada wawasan operator terkait teknologi pengolahan pengolahan air minum terdapat wawasan terkait teknologi filter, dan wawasan terkait teknologi desinfeksi. Pada perilaku operator terhadap kebersihan lingkungan sekitar terdapat pembersihan tempat pengisian dan pembersihan lingkungan sekitar

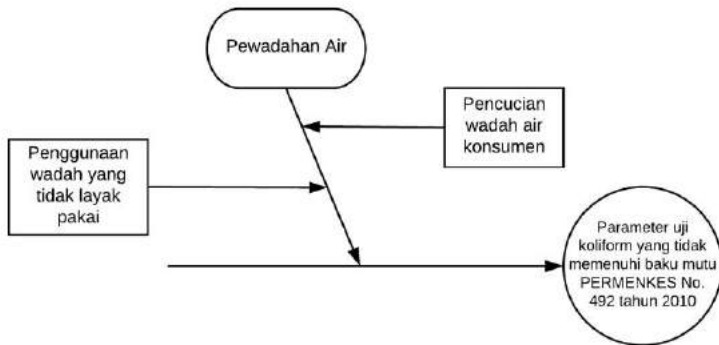


Gambar 4. 8 Analisa Fishbone Faktor Wawasa dan perilaku

### c. Pengemasan Air

Determinan yang dapat memengaruhi kualitas air minum isi ulang adalah sanitasi, kebersihan operator, kualitas alat desinfeksi, kecepatan aliran air, perilaku operator dan pengemasan air (Pakpahan, 2015).

Pengemasan air yang dimaksud pada penelitian ini adalah pencucian wadah air konsumen, serta penggunaan wadah yang tidak layak.

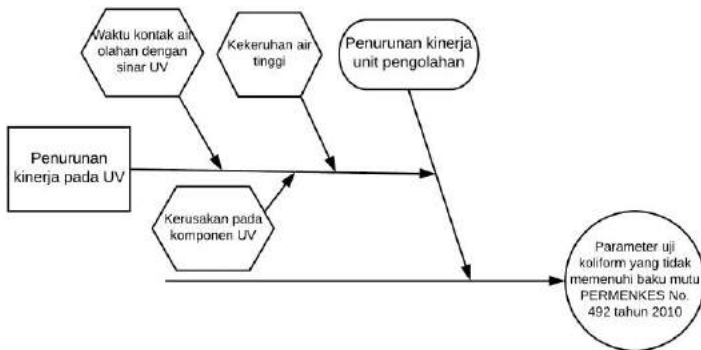


Gambar 4. 9 Analisa Fishbone Faktor Pengemasan Air

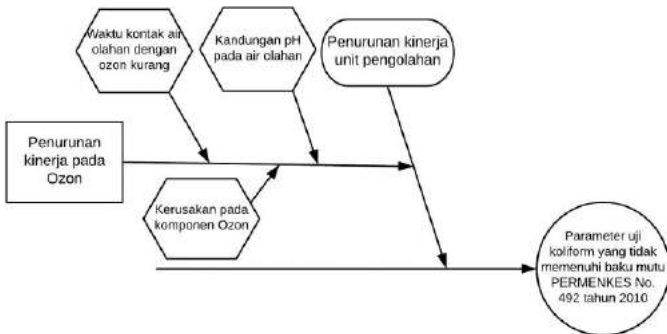
d. Penurunan Kinerja Unit Pengolahan

Penurunan kinerja unit pengolahan sangat mempengaruhi kualitas air minum isi ulang, dikarenakan dari unit desinfeksi dapat menghilangkan kandungan mikroba yang ada pada air olahan.

Guna memenuhi syarat bakteriologis air minum, maka dibutuhkan proses desinfeksi untuk menginaktivasi mikroorganisme patogen (Nurida, 2012). Ozon merupakan desinfektan yang sangat reaktif dalam menginaktivasi mikroorganisme.



Gambar 4. 10 Analisa Fishbone Faktor Penurunan Kinerja UV



Gambar 4. 11 Analisa Fishbone Faktor Penurunan Kinerja Ozon

## 4.2 Menentukan permasalahan utama terjadinya kegagalan yang terjadi pada depot pengolahan air isi ulang menggunakan metode *FMEA*

### 4.2.1 Skala Kriteria Risiko

#### 4.2.1.1 Severity

*Severity* adalah penilaian terhadap dampak dan gangguan yang ditimbulkan dari potensi kegagalan bila terjadi pada proses produksi berdasarkan hasil pengamatan, kemudian disesuaikan dengan definisi *severity* untuk setiap jenis gangguan. Dalam penilaian *severity* sebelumnya dibuat skala besar risiko untuk membantu dalam mendapatkan nilai *severity*. Setelah terdapat skala besar risiko, selanjutnya adalah melakukan penilaian pada masing-masing faktor kegagalan. Untuk mendapatkan range nilai dilakukan perhitungan dengan contoh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{- Nilai skala ideal} && = 5 \\ & \text{- Penilaian kondisi lingkungan} && = 2 \\ & = \frac{\text{Nilai kondisi lingkungan}}{\text{Nilai skala ideal}} \times 100 \% \\ & = \frac{2}{5} \times 100\% \\ & = 40 \% \end{aligned}$$

Apabila telah didapatkan range nilai maka dapat ditentukan *rating* terhadap *severity* dari masing-masing faktor dengan menyesuaikan dengan tabel *severity* yang dibuat. Pembuatan tabel *severity* ini disesuaikan dengan Tabel 2.6 pada tinjauan pustaka, dimana pembagian *rating* dibagi hanya menjadi 5, ini dikarenakan adanya proses penyesuaian dengan kondisi penilaian serta penamaan untuk sistem depot air minum isi ulang tanpa merubah konsep penilaian *severity* itu sendiri.

Pada penilaian *Severity* data penentuan penilaian skor didapatkan dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang, wawancara dengan



kuisioner diberikan kepada 20 depot air minum isi ulang di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya.

Tabel 4. 4 **Penilaian Severity**

Range Nilai	Severity of effect for FMEA	Rating
≤20%	Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh	1
21-40%	Bentuk kegagalan berpengaruh pada hasil produksi	2
41-60%	Menyebabkan hilangnya performa dari fungsi, dan berpengaruh terhadap hasil produksi	3
61-80%	Menyebabkan bahaya yang akan melampaui standar aturan pemerintah nasional dan pengurangan hasil kualitas produksi yang signifikan	4
≥81%	Kegagalan menyebabkan hasil produksi tidak dapat diterima oleh konsumen	5

#### 4.2.1.1.1 Severity pada Penurunan Kinerja Unit Desinfeksi

Skala besaran risiko pada faktor penurunan kinerja unit desinfeksi ini dibuat masing-masing sesuai dengan faktor-faktor kemungkinan yang mempengaruhi kinerja. Penjabaran skala besaran risiko dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Penjabaran Skala Besaran Risiko

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Kondisi ideal yang diinginkan untuk dicapai, tidak	Kondisi dimana membuat timbulnya risiko yang dapat	Kondisi dimana membuat timbulnya risiko yang menyebabk	Kondisi dimana telah dibawah batasan baku mutu	Kondisi dimana telah jauh dibawah baku mutu sehingga

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
menimbulkan pengaruh pada hasil produksi	berpengaruh kepada hasil produksi, masih dalam batasan standar baku mutu	an air hasil olahan menurun namun masih dalam batasan standar baku mutu	sehingga menyebabkan hasil produksi yang akan melampaui standar baku mutu	menyebabkan hasil produksi melampaui standar baku mutu

Batasan kriteria dibuat berdasarkan kondisi hasil produksi dari yang terbaik sampai yang terburuk. Nilai severity dibuat dari angka 1-5, semakin kecil nilai maka semakin baik, semakin besar nilai semakin buruk, dikarenakan nilai dari skor metode Failure Mode and Effect Analysis, semakin besar skor FMEA maka semakin cepat masalah tersebut harus diselesaikan.

Skala besaran risiko tersebut untuk keseluruhan unit desinfeksi depot air minum isi ulang yang ada di kecamatan rungkut yaitu:

#### 1. Proses Desinfeksi UV

##### - Tingkat kekeruhan

Tingkat kekeruhan merupakan parameter fisik yang penting dalam air minum, batasan yang diperbolehkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 adalah maksimum 5 NTU. Selain itu kekeruhan menjadi pengaruh dalam proses sistem UV dikarenakan air yang keruh akan menghalangi penyinaran sinar UV. Karena batasan maksimum kekeruhan untuk air minum adalah 5 NTU, maka batas dikatakan baik pada skala batas risiko adalah hingga 5 NTU, dimana semakin kecil tingkat kekeruhan semakin baik.

Tabel 4. 6 Skala Besar Risiko Tingkat Kekeruhan

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Nilai kekeruhan ≤1 NTU	Nilai kekeruhan 1.1-3 NTU	Nilai kekeruhan 3.1-5 NTU	Nilai kekeruhan 5.1-10 NTU	Nilai kekeruhan > 10 NTU

Dikarenakan dari 20 depot air minum isi ulang 15 depot air minum isi ulang memiliki kekeruhan di bawah 1 NTU. 80% depot air minum yang diteliti dalam kondisi sangat baik, sedangkan 20% depot air minum yang diteliti dalam kondisi baik. Maka nilai untuk kekeruhan ini ada pada kondisi sangat baik dengan skor 1.

- Waktu Kontak Air Olahan dengan Sinar UV  
Waktu kontak merupakan faktor penting dalam desinfeksi air minum. Semakin lama kontak maka akan semakin banyak bakteri yang terbunuh (Sulistiyandari, 2009). Oleh karena itu, lama pengoperasian ini menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi kinerja dari sistem UV.

Tabel 4. 7 Skala Besar Risiko Waktu Kontak

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Dioperasikan selama jam kerja tanpa berhenti	Dioperasikan dengan jeda henti saat jam tidak puncak	Dioperasikan setengah waktu dari jam kerja	Dioperasikan hanya 3 jam awal dari jam kerja	Dioperasikan hanya saat waktu pengisian galon konsumen

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara 90% pengelola depot air minum tidak mengerti berapa kecepatan yang

dialirkan pompa sehingga dapat mempengaruhi waktu kontak, 10% pengelola depot air minum mengerti berapa kecepatan pompa yang mengalirkan air olahan, operasi proses desinfeksi dengan sinar UV yang dilakukan pengelola dan/atau pemilik depot air minum isi ulang hanya dilakukan 3 jam diawal dari jam kerja. Maka nilai untuk kekeruhan ini ada pada kondisi buruk dengan skor 4.

## 2. Sistem Ozon

### - Waktu Kontak

Proses oksidasi ozon dapat membunuh mikroorganisme, namun desinfeksi air memerlukan konsentrasi ozon yang terlarut yang dipertahankan dalam jangka waktu tertentu. Efektivitas desinfeksi tergantung pada konsentrasi ozon dan lama waktu paparan. Proses desinfeksi air umumnya memerlukan konsentrasi ozon sekitar 0.1-0.2 mg/L selama 30 menit (Summerfelt, 1997).

Tabel 4. 8 Skala Besar Risiko Waktu Kontak

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Selama >1 jam	Selama 1 jam	Selama 30 menit	Selama 15 menit	Selama <15 menit/tidak diperhatikan

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara yang menunjukkan 90% pengelola depot air minum tidak mengerti berapa kecepatan yang dialirkan pompa sehingga dapat mempengaruhi waktu kontak, 10% pengelola depot air minum mengerti berapa kecepatan pompa yang mengalirkan air olahan, operasi proses desinfeksi dengan ozon yang dilakukan pengelola dan/atau pemilik depot air minum isi

ulang hanya dilakukan selama 15 menit. Maka nilai untuk kekeruhan ini ada pada kondisi buruk dengan skor 4.

- pH Sistem Ozon

Pengaruh pH menjadi penting dikarenakan air dengan pH asam dapat menghambat dekomposisi ozon, karena pH rendah menunjukkan alkalinitas yang tinggi. Alkalinitas dalam air menunjukkan kandungan karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) dan bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) yang menyebabkan waktu paruh ozon meningkat dan lambatnya reaksi berantai OH radikal (Sari, 2013).

Tabel 4. 9 Skala Besar Risiko pH Sistem Ozon

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
pH 7-7.5	pH 6.8-6.9 atau pH 7.6-8	pH 6.5-6.7 atau pH 8.1-8.5	pH < 6.5 atau pH > 8.5	Tidak ada pengecekan pH sebelum masuk ke sistem ozon

Hasil penilaian didapat dari hasil uji kualitas pH air hasil produksi air minum isi ulang yang menunjukkan 80% depot air minum isi ulang yang diteliti memiliki nilai pH dengan range 6,8-6,99. 10% depot air minum isi ulang yang diteliti memiliki nilai pH dengan range 6,5-6,79. Nilai untuk kekeruhan ini ada pada kondisi baik dengan skor 2. Dikarenakan dari air hasil olahan depot air minum isi ulang, banyak air minum isi ulang memiliki pH 6.8-6.99.

- Tingkat Kekeruhan

Tingkat kekeruhan merupakan parameter fisik yang penting dalam air minum, batasan yang diperbolehkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 adalah maksimum 5 NTU. Selain

itu kekeruhan menjadi pengaruh dalam proses sistem ozon dikarenakan air yang keruh akan menghalangi ozonisasi. Karena batasan maksimum kekeruhan untuk air minum adalah 5 NTU, maka batas dikatakan baik pada skala batas risiko adalah hingga 5 NTU, dimana semakin kecil tingkat kekeruhan semakin baik.

Tabel 4. 10 Skala Besar Risiko Tingkat Kekeruhan

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Nilai kekeruhan ≤1 NTU	Nilai kekeruhan 1.1-3 NTU	Nilai kekeruhan 3.1-5 NTU	Nilai kekeruhan 5.1-10 NTU	Nilai kekeruhan > 10 NTU

Hasil penilaian didapat dari hasil uji kualitas Kekeruhan air hasil produksi air minum isi ulang yang menunjukkan 80% depot air minum isi ulang yang diteliti memiliki kekeruhan dibawah 1 NTU, sedangkan 10% depot air minum isi ulang memiliki nilai kekeruhan 1-1,3 NTU. Nilai untuk kekeruhan ini ada pada kondisi sangat baik dengan skor 1. Dikarenakan dari air hasil olahan depot air minum isi ulang menunjukkan rata-rata air hasil olahan dengan nilai kekeruhan dibawah 1 NTU.

#### 4.2.1.1.2 Severity pada Monitoring Kualitas

Skala besaran risiko pada faktor monitoring kualitas ini dibuat masing-masing sesuai dengan faktor-faktor kemungkinan yang mempengaruhi kinerja. Penjabaran skala besaran risiko dapat dilihat pada Tabel

Tabel 4. 11 Skala Besar Risiko Monitoring Kualitas

Skala Kondisi Lingkungan
--------------------------

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Kondisi ideal yang diinginkan untuk dicapai, tidak menimbulkan pengaruh pada hasil produksi	Kondisi dimana membuat timbulnya risiko yang dapat berpengaruh kepada hasil produksi, masih dalam batasan standar baku mutu	Kondisi dimana membuat timbulnya risiko yang menyebabkan air hasil olahan menurun namun masih dalam batasan standar baku mutu	Kondisi dimana telah dibawah batasan baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi yang akan melampaui standar baku mutu	Kondisi dimana telah jauh dibawah baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi melampaui standar baku mutu

Skala besaran risiko tersebut untuk keseluruhan unit pengolahan depot air minum isi ulang yaitu:

Skala besaran risiko tersebut untuk monitoring kualitas depot air minum isi ulang yang ada di kecamatan rungkut yaitu:

1. Monitoring Internal (pemilik dan pengelola depot)

- Intensitas Monitoring

Monitoring kualitas bertujuan untuk memastikan kualitas air minum isi ulang memenuhi baku mutu Permenkes No. 492 tahun 2010. Kurangnya intensitas monitoring menyebabkan kurang terkontrolnya depot air minum isi ulang yang kualitas air olahannya masih memenuhi baku mutu. Pihak internal depo seharusnya mengontrol kualitas air olahannya dibawah baku mutu.

Tabel 4. 12 Skala Besar Risiko Intensitas Monitoring

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Monitoring dilakukan 1-2 bulan sekali	Monitoring dilakukan 3-4 bulan sekali	Monitoring dilakukan 6 bulan	Monitoring dilakukan satu tahun sekali	Monitoring tidak pernah dilakukan sama sekali

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 60% depot air minum isi ulang dimonitoring selama 3-4 bulan sekali, 20% depot air minum isi ulang dimonitoring selama 6 bulan sekali, dan 20% depot air minum isi ulang dilakukan monitoring 1 tahun sekali. Nilai untuk intensitas monitoring ini didapatkan kondisi sedang dengan skor 3. Dikarenakan motiroring dilakukan setahun dua kali berdasarkan hasil dari wawancara.

## 2. Monitoring Eksternal (dinas kesehatan dan/atau puskesmas)

### - Intensitas Monitoring

Monitoring kualitas bertujuan untuk memastikan kualitas air minum isi ulang memenuhi baku mutu Permenkes No. 492 tahun 2010. Kurangnya intensitas monitoring menyebabkan kurang terkontrolnya depot air minum isi ulang yang kualitas air olahannya masih memenuhi baku mutu. Pihak eksternal depo yang dalam penelitian ini adalah dinas kesehatan dan/atau puskesmas seharusnya mengontrol kualitas air olahannya dibawah baku mutu secara berkala dan konsisten.

Tabel 4. 13 Skala Besar Risiko Intensitas Monitoring

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk



Baik				
Monitoring dilakukan 1-2 bulan sekali	Monitoring dilakukan 3-4 bulan sekali	Monitoring dilakukan 6 bulan	Monitoring dilakukan satu tahun sekali	Monitoring tidak pernah dilakukan sama sekali

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 60% depot air minum isi ulang dimonitoring selama 3-4 bulan sekali, 20% depot air minum isi ulang dimonitoring selama 6 bulan sekali, dan 20% depot air minum isi ulang dilakukan monitoring 1 tahun sekali. Nilai untuk intensitas monitoring ini didapatkan kondisi sedang dengan skor 3. Dikarenakan monitoring dilakukan setahun dua kali berdasarkan hasil dari wawancara.

#### 4.2.1.1.3 Severity pada pengemasan air

Skala besaran risiko pada faktor pengemasan air dibuat masing-masing sesuai dengan faktor-faktor kemungkinan yang mempengaruhi kinerja. Penjabaran skala besaran risiko dapat dilihat pada Tabel

Tabel 4. 14 Penjabaran Skala Besar Pengemasan Air

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Kondisi ideal yang diinginkan untuk dicapai, tidak menimbulkan pengaruh pada hasil	Kondisi dimana membuat timbulnya risiko yang dapat berpengaruh kepada hasil produksi,	Kondisi dimana membuat timbulnya risiko yang menyebabkan air hasil olahan menurun namun	Kondisi dimana telah dibawah batasan baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi	Kondisi dimana telah jauh dibawah baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi melampaui

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
produksi	masih dalam batasan standar baku mutu	masih dalam batasan standar baku mutu	yang akan melampaui standar baku mutu	standar baku mutu

Skala besaran risiko tersebut untuk pengemasan air depot air minum isi ulang yang ada di kecamatan rungkut yaitu:

- Pembersihan Wadah Sebelum Pengisian

Pembersihan wadah sebelum pengisian yang disebutkan pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tentang Hygine sanitasi air minum isi ulang seharusnya diberlakukan oleh depot air minum isi ulang.

Tabel 4. 15 Skala Besar Risiko Pembersihan Wadah

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Pembersihan selalu dilakukan 3 kali sebelum dilakukan pengisian	Pembersihan selalu dilakukan 2 kali sebelum dilakukan pengisian	Pembersihan selalu dilakukan 1 kali sebelum dilakukan pengisian	Pembersihan dilakukan jarang jarang dilakukan	Tidak dilakukan pembersihan

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 60% depot air minum isi ulang yang diteliti melakukan pembersihan 1 kali sebelum pengisian, 20% jarang jarang dilakukan, 20% tidak dilakukan pembersihan. Nilai untuk pembersihan wadah ini didapatkan kondisi sedang dengan skor 4. Dikarenakan dari hasil wawancara lapangan

yang dilakukan penulis didapatkan pembersihan jarang – jarang dilakukan oleh pengelola depot air minum isi ulang.

- Penggunaan wadah tidak layak pakai

Pada saat peneliti melakukan survei lapangan, terdapat beberapa depo yang masih menggunakan wadah yang tidak layak pakai. Disebutkan pada Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 651 Tahun 2004 bahwa wadah yang digunakan oleh depot air minum isi ulang adalah wadah yang layak pakai.

Tabel 4. 16 Skala Besar Risiko Penggunaan Wadah Tidak Layak Pakai

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Wadah masih bagus dan bersih	Wadah terlihat bersih dan tidak terlihat lama	Tidak ada wadah kotor dan rusak yang digunakan tetapi wadah terlihat lama	Terdapat Wadah kotor yang masih digunakan	Terdapat Wadah Kotor dan rusak yang masih digunakan

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 5% depot air minum isi ulang masih menggunakan wadah tidak layak pakai 95% depot air minum isi ulang memakai depot yang bersih. Nilai untuk penggunaan wadah tidak layak pakai ini didapatkan kondisi baik dengan skor 2.

#### 4.2.1.1.4 Severity pada wawasan dan perilaku pemilik dan/atau pengelola depot

Skala besaran risiko pada faktor wawasan dan perilaku pemilik dan/atau pengelola depot ini dibuat masing-masing

sesuai dengan faktor-faktor kemungkinan yang mempengaruhi kinerja. Penjabaran skala besaran risiko dapat dilihat pada Tabel

Tabel 4. 17 Penjabaran Skala Besar Risiko Wawasan dan Perilaku

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Kondisi ideal yang diinginkan untuk dicapai, tidak menimbulkan pengaruh pada hasil produksi	Kondisi dimana membuat risikonya yang dapat berpengaruh kepada hasil produksi, masih dalam batasan standar baku mutu	Kondisi dimana membuat risikonya yang menyebabkan air hasil olahan menurun namun masih dalam batasan standar baku mutu	Kondisi dimana telah dibawah batasan baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi yang akan melampaui standar baku mutu	Kondisi dimana telah jauh dibawah baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi melampaui standar baku mutu

Skala besaran risiko tersebut untuk wawasan dan perilaku pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang ada di kecamatan rungkut yaitu:

1. Wawasan operator terkait undang-undang terkait depot air minum
- Wawasan operator terkait Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang Kualitas Air Minum

Tabel 4. 18 Skala Besar Risiko Wawasan Operator

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Sangat paham (mampu menjawab dengan lengkap, benar, dan detail)	Paham (mampu menjawab dengan jelas dan benar namun tidak lengkap)	Sedikit paham (mampu menjawab sedikit, sangat umum dan tidak detail)	Tidak paham (tidak tahu; memiliki keinginan untuk mengetahui)	Sangat Tidak Paham (tidak tahu sama sekali)

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang. Nilai untuk wawasan operator ini didapatkan kondisi buruk dengan skor 4. Dikarenakan saat ditanyakan terkait peraturan tersebut pengelola depot tidak dapat menjawab dan kurang mengetahui peraturan tersebut.

- Wawasan operator terkait Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang hygiene sanitasi

Tabel 4. 19 Skala Besar Risiko Wawasan Operator

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Sangat paham (mampu menjawab dengan lengkap, benar, dan detail)	Paham (mampu menjawab dengan jelas dan benar namun tidak detail)	Sedikit paham (mampu menjawab sedikit, sangat umum dan tidak detail)	Tidak paham (tidak tahu; memiliki keinginan untuk mengetahui)	Sangat Tidak Paham (tidak tahu sama sekali)

lengkap	
---------	--

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 90% dari pengelola depot tidak paham. Nilai untuk wawasan operator ini didapatkan kondisi buruk dengan skor 4. Dikarenakan saat ditanyakan terkait peraturan tersebut pengelola depot tidak dapat menjawab tetapi memiliki keinginan untuk mengetahui peraturan tersebut.

- Wawasan operator terkait Keputusan Menteri perindustrian dan perdagangan No. 651 tahun 2004 tentang persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya

Tabel 4. 20 Skala Besar Risiko Wawasan Undang-undang yang terkait

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Sangat paham (mampu menjawab dengan lengkap, benar, dan detail)	Paham (mampu menjawab dengan jelas dan benar namun tidak lengkap)	Sedikit paham (mampu menjawab sedikit, sangat umum dan tidak detail)	Tidak paham (tidak tahu; memiliki keinginan untuk mengetahui)	Sangat Tidak Paham (tidak tahu sama sekali)

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 80% dari pengelola depot tidak paham. Nilai untuk wawasan operator ini didapatkan kondisi buruk dengan skor 3. Dikarenakan saat ditanyakan terkait peraturan tersebut

pengelola depot tidak dapat menjawab tetapi memiliki keinginan untuk mengetahui peraturan tersebut.

## 2. Wawasan operator terkait teknologi pengolahan air minum isi ulang

### - Wawasan terkait teknologi filter

Wawasan operator terkait teknologi pengolahan air minum isi ulang pada depotnya mempengaruhi perawatan dan penggantian media pada filter yang dapat mempengaruhi kualitas air olahan pada depot air minum isi ulang tersebut.

Tabel 4. 21 Skala Besar Risiko Wawasan Teknologi

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Tahu tentang tiga teknologi filter yang dipakai dan paham terkait tiga media di filter dan waktu penggantian	Tahu tentang tiga teknologi filter yang dipakai dan paham terkait tiga media di filter tetapi tidak paham waktu penggantian	Tahu tentang tiga teknologi filter yang dipakai tidak paham terkait tiga media di filter dan waktu penggantian	Tahu tentang satu - dua teknologi filter yang dipakai	Tidak tahu dan tidak paham tentang tiga filter yang dipakai

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 80% dari pengelola depot tidak paham. Nilai untuk wawasan operator ini didapatkan kondisi buruk dengan skor 3. Dikarenakan saat ditanyakan terkait peraturan tersebut pengelola depot tidak dapat menjawab tetapi memiliki keinginan untuk mengetahui peraturan tersebut.

### - Wawasan terkait teknologi desinfeksi

Wawasan operator terkait teknologi desinfeksi mempengaruhi perawatan dan perilaku operator dalam memastikan alat desinfeksinya berjalan dengan baik agar air hasil olahan memenuhi baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang kualitas air minum.

Tabel 4. 22 Skala Besar Risiko Wawasan Teknologi

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Tahu tentang teknologi yang digunakan, dapat menjelaskan kelebihan, paham penggantian, dan melakukan perawatan	Tahu tentang teknologi yang digunakan, dapat menjelaskan kelebihan, dan paham penggantian	Tahu tentang teknologi yang digunakan, dapat menjelaskan kelebihan, tetapi tidak paham penggantian	Tahu tentang Teknologi desinfeksi yang digunakan tetapi tidak dapat menjelaskan kelebihan	Tidak tahu dan tidak paham tentang teknologi desinfeksi yang digunakan

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 80% dari pengelola depot tidak paham. Nilai untuk wawasan operator ini didapatkan kondisi buruk dengan skor 3. Dikarenakan saat ditanyakan terkait peraturan tersebut pengelola depot tidak dapat menjawab tetapi memiliki keinginan untuk mengetahui peraturan tersebut.

### 3. Perilaku operator terhadap kebersihan lingkungan sekitar depot

- Perilaku operator terhadap kebersihan depot dan lingkungan sekitar  
Perilaku operator terhadap kebersihan depot dan lingkungan sekitar dapat mempengaruhi kualitas air hasil



olahan, seperti yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang higiene sanitasi depot air minum.

Tabel 4. 23 Skala Besar Risiko Perilaku Operator

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Kondisi lingkungan sekitar depot bersih, tempat pengisian air dirawat dan dibersihkan secara berkala	Kondisi lingkungan sekitar depot bersih, tempat pengisian air bersih dan terawat	Kondisi lingkungan sekitar depot bersih, tempat pengisian air bersih, tetapi tidak dirawat	Kondisi lingkungan sekitar depot baik, tetapi tempat pengisian air kotor	Kondisi lingkungan sekitar depot dan tempat pengisian air kotor

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 80% dari pengelola depot membersihkan lingkungan sekitar tapi untuk tempat pengisiannya jarang. Nilai untuk wawasan operator ini didapatkan kondisi buruk dengan skor 4.

4. Perawatan dan penggantian alat pengolahan air minum isi ulang
  - Perawatan Tandon Air  
Tandon air adalah tempat air baku, akan mempengaruhi kualitas air olahan jika kebersihan tandon air tidak dijaga, disebutkan pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang Higiene Sanitasi.

Tabel 4. 24 Skala Besar Risiko Perawatan Tandon Air

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Selalu (selalu aktif melakukan sesuai peraturan menteri kesehatan, / 1 bulan sekali)	Sering (sering melakukan namun tidak selalu, pernah melakukan 2 bulan sekali)	Kadang – kadang (pernah melakukan 3 bulan sekali)	Jarang (pernah melakukan 4 bulan sekali/ menunggu rusak)	Tidak pernah sama sekali (sama sekali belum pernah melakukan)

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 80% depot air minum isi ulang membersihkan 2 bulan sekali, bahkan tidak membiarkan polutan masuk dengan membuat pengaliran yang bebas polutan. Nilai untuk perawatan tendon ini didapatkan kondisi baik dengan skor 2.

- Perawatan dan penggantian media teknologi filter  
Perawatan dan penggantian media filter, baik pasir silika, activated carbon, dan media pada catridge filter dapat mempengaruhi kualitas air minum yang dihasilkan, disebutkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang Higiene Sanitasi yang didalamnya diatur tentang kadaluarsa dari teknologi filter.

Tabel 4. 25 Skala Besar Risiko Perawatan dan Penggantian Media Filter

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Baik				
Selalu (selalu aktif melakukan sesuai peraturan menteri kesehatan, 1 bulan sekali)	Sering (sering melakukan namun tidak selalu, pernah melakukan 2 bulan sekali)	Kadang – kadang (pernah melakukan 3 bulan sekali)	Jarang (pernah melakukan 4 bulan sekali/ menunggu rusak)	Tidak pernah sama sekali (sama sekali belum pernah melakukan)

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 50% depot air minum isi ulang mengganti dan merawat dengan kontinyu, 30% depot air minum isi ulang mengganti, 20% depot air minum isi ulang mengganti hanya pada saat rusak. Nilai untuk penggantian media filter ini didapatkan kondisi sedang dengan skor 3. Dikarenakan saat dilakukan wawancara, terdapat depot yang rajin melakukan penggantian, minimal 4 bulan sekali dan terdapat depot yang sampai filter rusak masih belum diganti.

- Perawatan dan penggantian teknologi desinfeksi  
Perawatan dan penggantian desinfektor dapat mempengaruhi kualitas air minum yang dihasilkan, disebutkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang Higiene Sanitasi yang didalamnya diatur tentang kadaluarsa dari desinfektor.

Tabel 4. 26 Skala Besar Risiko Perawatan dan Penggantian Teknologi Desinfeksi

Skala Kondisi Lingkungan				
1	2	3	4	5
Sangat	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk

Baik				
Selalu (selalu aktif melakukan sesuai peraturan menteri kesehatan, sekali)	Sering (sering melakukan namun tidak selalu, pernah melakukan 2 sekali)	Kadang – kadang (pernah melakukan 3 bulan sekali)	Jarang (pernah melakukan 4 bulan sekali/ menunggu rusak)	Tidak pernah sama sekali (sama sekali belum pernah melakukan)

Hasil penilaian didapat dari hasil wawancara dengan pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang yang menunjukkan 60% depot air minum isi ulang mengganti dan merawat dengan kontinyu, 20% depot air minum isi ulang mengganti, 20% depot air minum isi ulang mengganti hanya pada saat rusak. Nilai untuk penggantian media filter ini didapatkan kondisi sedang dengan skor 4.

#### 4.2.1.2 Occurance

*Occurrence* dapat didefinisikan sebagai peluang munculnya kegagalan atau kesalahan dari tiap jenis gangguan berdasarkan definisi gangguan. Dalam penilaian *occurrence* perlu dilakukannya kuisisioner singkat dimana penentuan peluang muncul kegagalan berdasarkan seberapa banyak depot air minum isi ulang tersebut mengalami kegagalan dalam satu tahun terakhir. Dimana nilai 5 mengartikan sering terjadi dan nilai 1 tidak pernah terjadi. Dilakukan penilaian seperti ini dikarenakan ketidakmungkinan peneliti mengetahui peluang kegagalan hanya dengan pengamatan dalam waktu yang singkat. Setelah didapatkan nilai tersebut maka dapat dilakukan perhitungan range nilai. Untuk mendapatkan range nilai dilakukan perhitungan dengan contoh sebagai berikut:

- Nilai Severity = 5
- Nilai Occurance = 4-5 (dikarenakan Nilai Severity 5 dalam arti sangat buruk, jika risiko kegagalan semakin besar maka peluang terjadinya kegagalan semakin sering terjadi)
- Nilai Severity = 4

- Nilai Occurance = 3-4 (dikarenakan nilai Severity 4 dalam arti buruk, jika risiko kegagalan semakin besar maka peluang terjadinya kegagalan semakin sering terjadi)
- Nilai Severity = 3
- Nilai Occurance = 2-3 (dikarenakan nilai severity 3 dalam arti sedang, jika risiko kegagalan kecil maka peluang terjadinya kegagalan semakin jarang)
- Nilai severity = 1-2
- Nilai Occurance = 1-2 (dikarenakan nilai severity 1-2 dalam arti sangat baik dan baik, jika risiko kegagalan sangat kecil maka peluang terjadinya kegagalan sampai bahkan tidak akan terjadi)

#### 4.2.1.3 Detection

*Detection* adalah suatu pengukuran yang menyangkut kemampuan jenis pengendalian untuk mendeteksi penyebab kegagalan. Dimana dalam penilaian detection diambil penilaian sesuai dengan hasil dari occurrence, ini dikarenakan apabila nilai peluang kegagalan semakin besar maka semakin kecil kemampuan dalam mendeteksi atau mengontrol risiko. Setelah didapatkan nilai tersebut maka dapat dilakukan perhitungan range nilai. Untuk mendapatkan range nilai dari detection ini disamakan dengan nilai pada occurrence, karena semakin banyak kegagalan yang terjadi maka pendeteksi penyebab kegagalan tersebut semakin sulit.

- Nilai Occurance = 5
- Nilai Detection = 5 (dikarenakan Nilai Occurance 5 dalam arti sangat sering terjadi kegagalan, jika sangat sering terjadi kegagalan maka dapat dipastikan tidak ada pendeteksi kegagalan)
- Nilai Occurance = 4
- Nilai Detection = 4 (dikarenakan Nilai Occurance 4 dalam arti sering terjadi kegagalan, jika sering terjadi kegagalan maka dapat dipastikan tidak ada pendeteksi kegagalan)
- Nilai Occurance = 3
- Nilai Detection = 3 (dikarenakan Nilai Occurance 3 dalam arti pernah terjadi kegagalan, jika pernah terjadi kegagalan maka dapat dipastikan terdapat pendeteksi kegagalan, tetapi tidak dimaksimalkan)

- Nilai Occurance = 1-2
- Nilai Detection = 1-2 (dikarenakan Nilai Occurance 1-2 dalam arti tidak pernah terjadi kegagalan, jika tidak pernah terjadi kegagalan maka dapat dipastikan terdapat pendeteksi kegagalan, dan bekerja secara maksimal)

#### 4.2.2 Risk Priority Number (RPN)

Dari hasil pengolahan yang telah dilakukan untuk mencari nilai severity, occurrence, dan detection, maka nilai RPN dapat dihasilkan dengan mengalikan nilai dari severity (S), occurrence (O dan detection (D). dimana nilai tersebut dijadikan patokan pemilihan kegagalan yang perlu dilakukan perbaikan.

Dari hasil penilaian SOD dari keseluruhan aspek, dapat dilihat bahwa prioritas permasalahan yang perlu diselesaikan dahulu adalah waktu kontak air olahan sinar UV dan waktu kontak pada proses ozonisasi, hal tersebut yang menyebabkan uji total koliform tidak lolo baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010. Selanjutnya ada pada perawatan dan penggantian alat desinfeksi yang berfungsi sebagai pembunuh mikroba dalam air olahan, penggantian dan perawatan alat desinfeksi ini penting guna memastikan tidak adanya mikroba yang terkandung dalam air minum. Kurangnya wawasan pengelola depot juga menjadi masalah, pengelola depot akan menganggap airnya masih layak diminum meskipun ada beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu air minum.

##### 4.2.2.1 Batasan Kriteria Nilai Severity, Occurance, Detection

Tabel 4.31 Batasan Kriteria SOD

Severity	Occurance	Detection	Keterangan
5	5	5	Sangat Buruk, sangat mendesak untuk diselesaikan
4	5	5	Buruk, sangat mendesak untuk diselesaikan
3	5	5	Sedang, mendesak untuk

Severity	Occurance	Detection	Keterangan
			diselesaikan
2	5	5	Sedang, cukup mendesak untuk diselesaikan
1	5	5	Cukup, cukup mendesak untuk diselesaikan
5	4	4	Buruk, sangat mendesak untuk diselesaikan
4	4	4	Sedang, mendesak untuk diselesaikan
3	4	4	Sedang, cukup mendesak untuk diselesaikan
2	4	4	Cukup, cukup mendesak untuk diselesaikan
1	4	4	Cukup, tidak mendesak untuk diselesaikan
5	3	3	Sedang, cukup mendesak untuk diselesaikan
4	3	3	Cukup, cukup mendesak untuk diselesaikan
3	3	3	Cukup, cukup mendesak untuk diselesaikan
2	3	3	Cukup, tidak mendesak untuk diselesaikan
1	3	3	Baik, tidak mendesak untuk diselesaikan
5	2	2	Cukup, tidak mendesak untuk diselesaikan
4	2	2	Cukup, tidak mendesak untuk diselesaikan
3	2	2	Cukup, tidak mendesak untuk diselesaikan
2	2	2	Baik, tidak mendesak untuk diselesaikan
1	2	2	Baik, hampir tidak ada risiko
5	1	1	Baik, hampir tidak ada risiko
4	1	1	Baik, hampir tidak ada

Severity	Occurance	Detection	Keterangan
			risiko
3	1	1	Baik, hampir tidak ada risiko
2	1	1	Baik, tidak ada risiko
1	1	1	Sangat Baik, tidak ada risiko



Tabel 4. 27 Hasil SOD (Severity, Occurance, Detection) pada empat aspek teknis dan non teknis

No	Faktor	Jenis Kegagalan pada Hasil Olahan	Efek yang ditimbulkan dari kegagalan pada proses	Penyebab dari kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penanganan	Upaya perbaikan
1	Penurunan Kinerja Teknologi Desinfeksi	Penurunan Kinerja pada UV	Kualitas air isi ulang tidak memenuhi baku mutu Permenkes No. 492 tahun 2010	Waktu kontak air olahan dengan sinar UV	4	5	5	100	1	Sistem UV dijalankan selama jam kerja (minimal air olahan tersinari oleh sinar UV 4 detik)
				Kekeruhan air tinggi	1	2	2	4	18	Mengganti media filter dengan media yang lebih efektif
		Penurunan Kinerja pada Ozon		Tingkat kekeruhan air olahan	1	2	2	4	17	Mengganti media filter dengan media yang lebih efektif
				Waktu kontak	4	5	5	100	2	Sistem ozone dijalankan selama jam kerja, dan memastikan kecepatan aliran air
				Nilai pH air olahan	2	2	2	8	16	Melakukan perawatan media filter dan penggantian media
2	Monitoring Kualitas	Monitoring Internal		Intensitas monitoring internal kurang	3	3	3	27	11	Monitoring minimal dilakukan dari pemilik depot pada depotnya sendiri 3-4 bulan sekali
		Monitoring eksternal		Intensias monitoring eksternal kurang	3	3	3	27	12	Monitoring minimal dilakukan dari pemilik depot pada depotnya sendiri 3-4 bulan sekali
3	Pengemasan Air	Pembersihan Wadah		Tidak dilakukan pembersihan wadah konsumen sebelum pengisian	4	2	2	16	14	Memperbaiki tempat pencucian air, dalam peraturan menteri perindustrian dan perdagangan, pencucian wajib dilakukan
		Penggunaan wadah tidak layak pakai		Masih digunakannya wadah yang tidak layak pakai	2	2	2	8	15	Mengganti dengan wadah yang layak pakai
4	Perilaku dan wawasan pemilik dan/atau pengelola depo	Wawasan operator terkait undang-undang yang mengatur depot air minum		Kurangnya wawasan operator terkait Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum	4	4	4	64	4	Dilakukan monitoring wawasan kepada pengelola depot, dan selanjutnya memberikan sosialisasi atau pelatihan tentang bagaimana cara tetap menjaga kualitas air minum dibawah baku mutu
				Kurangnya wawasan operator terkait Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang Higiene Sanitasi depot air minum	4	4	4	64	5	Dilakukan monitoring wawasan kepada pengelola depot, dan selanjutnya memberikan sosialisasi atau pelatihan tentang pentingnya kebersihan depot air minum isi ulang terhadap kualitas air hasil produksi.

No	Faktor	Jenis Kegagalan pada Hasil Olahan	Efek yang ditimbulkan dari kegagalan pada proses	Penyebab dari kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penanganan	Upaya perbaikan
				Kurangnya wawasan operator terkait Keputusan Menteri perindustrian dan perdagangan No. 651 Tahun 2004 tentang persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya	3	4	4	48	9	Dilakukan monitoring wawasan kepada pengelola depot, dan selanjutnya memberikan sosialisasi atau pelatihan tentang pentingnya pengemasan yang bersih dan higienis bagi konsumen.
		Wawasan operator terkait teknologi air minum isi ulang		Kurangnya wawasan operator terkait teknologi filter	3	3	3	27	13	Dilakukan monitoring wawasan kepada pengelola depot, dan selanjutnya memberikan sosialisasi atau pelatihan tentang teknologi filter
				Kurangnya wawasan operator terkait teknologi desinfeksi	3	4	4	48	8	Dilakukan monitoring wawasan kepada pengelola depot, dan selanjutnya memberikan sosialisasi atau pelatihan tentang teknologi desinfeksi
		Perilaku operator terhadap kebersihan lingkungan sekitar depot		Kurangnya perilaku bersih operator terhadap depot dan lingkungan sekitar	4	3	3	36	10	Dilakukan monitoring wawasan kepada pengelola depot, dan selanjutnya memberikan sosialisasi atau pelatihan tentang kebersihan lingkungan di sekitar depot
		Perawatan dan penggantian alat pengolahan air minum isi ulang		Kurangnya intensitas perawatan tandon air	2	5	5	50	6	Dilakukan pembersihan dan perawatan minimal 2 bulan sekali
				Perawatan dan penggantian media teknologi filter	3	4	4	48	7	Dilakukan penggantian dan perawatan terkait kinerja filter minimal 4 bulan sekali
				Perawatan dan penggantian teknologi desinfeksi	4	4	4	64	3	Dilakukan penggantian dan perawatan terkait kinerja desinfeksi minimal penggantian 4 bulan sekali

Tabel 4. 28 Jadwal prioritas penyelesaian permasalahan

Prioritas	Prioritas Penyelesaian Kegiatan	Rincian Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Waktu kontak air olahan dengan	Melakukan pengecekan debit pompa atau																

Prioritas	Prioritas Penyelesaian Kegiatan	Rincian Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	sinar UV	melakukan pengecekan teknologi desinfeksi untuk meningkatkan waktu kontak																
2	Waktu kontak air olahan dengan Ozon	Melakukan pengecekan debit pompa atau melakukan pengecekan teknologi desinfeksi untuk meningkatkan waktu kontak																
3	Perawatan dan penggantian teknologi desinfeksi	Melakukan penggantian atau servis teknologi desinfeksi untuk menjaga kinerja tetap maksimal																
4	Monitoring wawasan operator terkait Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum	Sosialisasi dan/atau seminar dengan materi peningkatan kualitas air minum isi ulang dan pengukuran wawasan dengan kuisoner																
		Pengukuran pengembangan wawasan dengan kuisoner																
5	Monitoring wawasan operator terkait Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2014 tentang Higiene Sanitasi depot air minum	Sosialisasi dan/atau seminar dengan materi pentingnya kebersihan untuk meningkatkan kualitas air minum isi ulang dan pengukuran wawasan dengan kuisoner																
		Pengukuran pengembangan wawasan dengan kuisoner																
6	Kurangnya intensitas perawatan tandon air	Dilakukan penggantian tendon atau pembersihan tandon																
7	Perawatan dan penggantian media teknologi filter	Melakukan penggantian media yang efektif atau perawatan pada teknologi filter																
8	Kurangnya wawasan operator terkait teknologi desinfeksi	Sosialisasi dan/atau seminar dengan materi peningkatan kualitas air minum dengan memaksimalkan teknologi pengolahan dan pengukuran wawasan dengan kuisoner																
		Pengukuran pengembangan wawasan dengan kuisoner																
9	Kurangnya wawasan operator terkait	Sosialisasi dan/atau seminar dengan																

Prioritas	Prioritas Penyelesaian Kegiatan	Rincian Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	Keputusan Menteri perindustrian dan perdagangan No. 651 Tahun 2004 tentang persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya	materi persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya dan pengukuran wawasan dengan kuisioner																
		Pengukuran pengembangan wawasan dengan kuisioner																
10	Kurangnya perilaku bersih operator terhadap depot dan lingkungan sekitar	Sosialisasi dan/atau seminar dengan materi pentingnya kebersihan untuk meningkatkan kualitas air minum isi ulang dan pengukuran wawasan dengan kuisioner																
		Pengukuran pengembangan wawasan dengan kuisioner																
11	Intensitas monitoring internal kurang	Melakukan pengukuran uji kualitas pada air produksi depot																
12	Intensitas monitoring eksternal kurang	Melakukan permintaan kepada Dinas Kesehatan Kota Surabaya untuk konsisten melakukan uji kualitas air produksi																
13	Kurangnya wawasan operator terkait teknologi filter	Sosialisasi dan/atau seminar dengan materi peningkatan kualitas air minum dengan memaksimalkan teknologi pengolahan dan pengukuran wawasan dengan kuisioner																
		Pengukuran pengembangan wawasan dengan kuisioner																
14	Masih digunakannya wadah yang tidak layak pakai	Melakukan penggantian terhadap wadah yang tidak layak pakai																
15	Tidak dilakukan pembersihan wadah konsumen sebelum pengisian	Memberikan SOP pada pengelola depot agar melakukan pembersihan terlebih dahulu																
16	Nilai pH air olahan	pH sudah sesuai Baku Mutu Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum isi ulang																
17	Tingkat kekeruhan air olahan	Kekeruhan sudah sesuai Baku Mutu Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum isi ulang																

Prioritas	Prioritas Penyelesaian Kegiatan	Rincian Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
18	Kekeruhan air tinggi	Kekeruhan sudah sesuai Baku Mutu Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum isi ulang																

Dari tabel 4.27 Hasil SOD (Severity, Occurance, Detection) pada empat aspek teknis dan non teknis, skor untuk severity didapatkan dari hasil uji kualitas air hasil olahan dan hasil wawancara dengan pengelola dan/atau pemilik 20 depot air minum isi ulang di Kecamatan Rungkut Surabaya. Untuk skor Occurance (peluang terjadinya kegagalan) dan Detection (kemampuan untuk mendeteksi kegagalan) didapatkan dari wawancara dengan pengelola dan/atau pemilik depot air minum isi ulang tentang seberapa banyak kegagalan yang terjadi pada depotnya, serta berdasarkan pada data sekunder seperti wawancara dengan expert judgement dalam hal ini dinas kesehatan Kota Surabaya.

Berdasarkan faktor penyebab kegagalan, terdapat empat factor yaitu penurunan kinerja teknologi desinfeksi, monitoring kualitas, pengemasan air, dan perilaku serta wawasan pengelola dan/atau pemilik depot air minum isi ulang. Penurunan kinerja teknologi dipengaruhi oleh teknologi desinfeksi yang menyebabkan koliform yang menjadi permasalahan pada depot air minum isi ulang di Kecamatan Eungkut Surabaya. Monitoring kualitas dipengaruhi oleh monitoring yang dilakukan oleh pihak eksternal dan internal depot air minum isi ulang, pihak eksternal disini adalah dinas kesehatan Kota Surabaya yang seharusnya melakukan kontrol terhadap kualitas air minum pada depot air minum isi ulang, pihak internal adalah pemilik dan/atau pengelola depot air minum yang bertanggung jawab terhadap kualitas air olahannya untuk konsumen. Pengemasan air minum isi ulang ini dipengaruhi oleh pembersihan wadah dan penggunaan wadah tidak layak pakai. Perilaku dan wawasan pemilik dan/atau pengelola depo dipengaruhi wawasan operator terkait undang-undang yang mengatur depot air minum yang dari ketidaktahuan pengelola dan/atau pemilik depot air minum isi ulang terkait kewajiban dan kualitas air minum dapat menyebabkan penurunan kualitas air minum hasil olahan depot tersebut, wawasan operator terkait teknologi air minum

isi ulang dapat menyebabkan penurunan kualitas air hasil olahan karena media yang digunakan tidak efektif, penggantian minimal dari media filter tersebut tidak diketahui, dan teknologi desinfeksi yang tidak diketahui waktu kontak untuk efektif menghilangkan koliform pada air olahan, dan kebersihan tendon yang tidak terawat, serta perawatan dan penggantian alat pengolahan air minum isi ulang yang termasuk dalam perilaku pemilik dan/atau pengelola depot air minum isi ulang.

Wawasan operator ini perlu dilakukan monitoring, monitoring yang dimaksud adalah untuk mengetahui seberapa jauh wawasan pengelola dan/atau pemilik, jika wawasan tersebut kurang dapat dilakukan sosialisasi atau seminar terkait peningkatan pemahaman pemilik dan/atau pengelola air minum isi ulang sehingga wawasan dan perilaku tersebut dapat meningkatkan kualitas air minum isi ulang. Selanjutnya setelah dilakukan sosialisasi atau seminar, dilakukan pengukuran untuk mengetahui seberapa jauh penambahan wawasan yang didapatkan oleh pengelola dan/atau pemilik depot air minum isi ulang.

#### 4.3 Menentukan cara memperkecil kegagalan pada depot pengolahan air isi ulang dengan metode *FMEA*

##### 4.3.1 Upaya Perbaikan

Setelah melakukan penilaian terhadap faktor-faktor dan mendapatkan urutan prioritas untuk penanganan, maka akan dibahas lebih lanjut untuk 3 prioritas tertinggi dari keseluruhan aspek yang ada. Ketiga prioritas itu adalah

1. Sistem desinfeksi UV (waktu kontak)

Menurut Pakpahan (2015), semakin lama air baku kontak dengan alat desinfeksi, maka semakin tinggi kesempatan alat desinfektan menyinari air baku yang menyebabkan matinya mikroba. Menurut Rahardjo (2005), waktu kontak antara air dengan sinar UV minimal empat detik, kecepatan aliran sangat berperan, jika kecepatan aliran air lebih

cepat dari waktu yang ditentukan, maka efektivitas UV sebagai pembasmi bakteri yang merugikan akan menurun.

2. Sistem desinfeksi ozon (waktu kontak)  
Menurut Rahardjo (2005), waktu kontak antara air dan ozon minimal empat menit. Menurut mountain (2002), waktu kontak ozon merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan oleh ozon untuk menginaktifasi mikroorganisme dalam air. Semakin lama waktu kontak maka proses desinfeksi akan lebih efisien.
3. Perawatan dan penggantian teknologi desinfeksi  
Untuk memaksimalkan kinerja teknologi desinfeksi, diperlukan perawatan atau penggantian teknologi secara berkala.



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Faktor-faktor penyebab kegagalan kualitas air minum isi ulang yang dianalisis menggunakan fishbone analisis yaitu wawasan dan perilaku pemilik dan pengelola depot, pengemasan air, penurunan kinerja alat desinfeksi, dan monitoring kualitas depot air minum.
2. Analisis kegagalan yang terjadi pada paraneter total koliform menggunakan metode *failure mode and effect analysis* didapatkan 3 prioritas kegagalan tertinggi yaitu waktu kontak UV dengan nilai RPN 100, waktu kontak ozon dengan nilai RPN 100, serta perawatan dan penggantian teknologi desinfeksi dengan nilai RPN 64.
3. Cara mengurangi kegagalan berdasarkan prioritas tertinggi terhadap penilaian SOD yaitu dengan menambah waktu kontak pada sistem UV minimal air terpapar sinar selama 4 detik dan ozonisasi minimal 4 menit untuk memaksimalkan proses penghilangan bakteri pada air olahan, serta melakukan perawatan dan penggantian teknologi desinfeksi secara berkala.

#### **5.2 Saran**

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menguji sampel pada inlet depot air minum isi ulang, agar diketahui apakah air baku sudah memenuhi baku mutu PERMENKES No. 492 tahun 2010.
2. Untuk memaksimalkan kualitas pada depot air minum isi ulang di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya diperlukan Kontrol yang dilakukan secara berkala terhadap kualitas air minum isi ulang agar tetap dibawah standar baku mutu.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## Daftar Pustaka

- Amrih, P. 2005. *Dua Jam Anda Tahu Cara Memastikan Air Yang Anda Minum Bukan Sumber Penyakit*. Solo.
- Artianto I. 2009. *Uji Air Limbah dan Pembuatan Media Identifikasi Bakteri MPN Coliform*. Fakultas Ilmu Kesehatan. Surakarta.
- Astari R., dan Rofiq, I. 2009. *Kualitas Air dan Kinerja Unit di Instalasi Pengolahan Air Minum ITB*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Aulia, Y. 2012. *Efektivitas Biofiltrasi Pada Proses Penyaringan Air Minum Isi Ulang Sebagai Pencegah Penyebaran Bakteri Patogen Di Salah Satu DAMIU Pancoran Mas*. Universitas Indonesia. Depok.
- Barends, D. M., Oldenhof, M.T., Vredendregt, M.J., & Nauta, M.J. 2012. *Risk analysis of analytical validations by probabilistic modification of FMEA*. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis.
- Beck, M. E. 2000. *Ilmu Gizi Dan Diet Hubungannya Dengan Penyakit-Penyakit Untuk Perawat Dan Dokter*. Penerbit ANDI Dan Yayasan Essentia Medica. Yogyakarta.
- Brownell, A., Chakrabarti, R., dan Kaser, M. 2008. *Journal of Water and Helath, Assessment of a Low-Cost, Point-of-Use, Ultraviolet Water Disinfectant Technology*, Vol. 06, No 1 53-65.
- Carlson, C. S. 2012. *Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis*. – 1st ed.
- Dailey, K.W. 2004. *The FMEA Pocket Handbook*. DW Publishing Co. USA.
- Departemen Kesehatan, 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 736/MENKES/PER/VI/2010 *Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Departemen Kesehatan. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/Menkes/Per/IV/2010 *Tentang Kualitas Air Minum*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.

- Departemen Perindustrian dan Perdagangan. 2004. Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia No 651/MPP/Kep/10/2004 *Tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdaganganannya*. Departemen Perindustrian dan Perdagangan. Jakarta.
- Eaulis, T. M., Balia, R. L., dan Yulia, A. H. 2008. *Reduksi Bakteri Total dan Enterobacteriaceae pada Campuran Lumpur Susu dan Onggok ermentasi oleh Aspergillus Niger*. Prosiding ISBN 878-602-88475-0501.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Gaspersz, Vincent. 2002. Pedoman Implementasi Program Six Sigma. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Imamoto, T. et al. 2008. *Perivesical Abscess Caused by Migration of a Fishbone From The Intestinal tract*. *International Journal Of Urology*. Vol. 9 (405-409)
- Jun, L., Huibin, X. 2012. *Reability Analysis Of Aircraft Equipment Based On FMECA*. *Physics Procedia* Vol.25, Hal 1816-1822.
- Karnaningroem, Nieke., Mardyanto , Mas A., Damayanti, Alia. 2017. Analisis Kegagalan dengan Melakukan Analisis *Assessment* Risiko Dampak Negatif Pemakaian Air Isi Ulang. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Keman, S. 2005. Quality of Refilled Drinking Water in Surabaya City. Vol. 41.
- Kemenperindag, 2014. *Persyaratan Teknis Depot Air Minum Dan Perdagangan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan Republik Indonesia*. Kemenperindag No. 651/MPP/Kep/10/2014. Jakarta.
- Marganof. 2007. *Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat*. Kampus IPB: Bogor
- Marpaung, M. D. O. *Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Sukolilo Surabaya Ditinjau Dari Perilaku Dan Pemeliharaan Alat*. Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.

- Masduqi, A., dan Assomadi, A.F. 2012. *Operasi Dan Proses Pengolahan Air*. Jurusan Teknik Lingkungan Institute Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Moellar, D. W. 2005. *Environmental Health*. Harvard University Press. Inggris.
- Mudambi, Sumati, R. R., Shalini M., dan Rajagopal, M. V. 2006. *Food Science*. New Age International Publisher. New Delhi.
- Naibaho. 2008. *Analisis Kualitas Fisik dan Kimia Air Bersih di Daerah Medan dan Sekitarnya*. Jurnal Ilmiah pendidikan Tinggi 1 (2): 41-45.
- Notoatmodjo, S. 2007. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Penerbit Rineka Cipta Otoatmodjo 2007. Jakarta.
- Nugroho, A. 2006. *Bioindikator Kualitas Air*. Penerbit Universitas Trisakti. Jakarta.
- Pratiwi, A. W. 2007. *Gambaran Kualitas Bakteriologis Air Pada Depot Air Minum Isi Ulang Di Wilayah Kota Bogor 2007*. Skripsi Program Sarjana. FKM-UI. Depok.
- Said N. I. 2007. *Desinfeksi Untuk Proses Pengolahan Air Minum*. Pusat Teknologi Lingkungan 3 (1): 15-28.
- Sutrisno T., dan Suciastuti E. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta: Jakarta
- Sulistyandari, H. 2009. *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kontaminasi Deterjen Pada Air Minum Isi Ulang di Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kabupaten Kendal Tahun 2009*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suprihatin. 2003. *Sebagai Air Minum Isi Ulang Tercemar Bakteri Coliform*. Tim Penelitian Laboratorium Teknologi dan Manajemen Lingkungan IPB. Kompas. Jakarta.
- Suriawira U. 1996. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Angkas. Bandung.
- Sutrisno T., dan Suciastuti E. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta: Jakarta
- Widjianti, Manil, N. L. P., dan Restiati, N. P. 2004. *Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi*

*Ulang Di Kota Singaraja Bali. Jurnal Ekologi Kesehatan Vol 3 No 1, April 2004: 64-73.*

Wulandari D. 2006. *Uji Mikrobiologi Air Minum Isi Ulang di Wikayah Kecamatan Ngaglik dengan Metode Most Probable Number.* Skripsi. Program Studi Farmasi: Universitas Islam Indonesia.

## LAMPIRAN

### Lampiran A

1. Sterilisasi dengan *autoclave*.  
Semua peralatan yang akan digunakan serta media kaldu disterilisasi menggunakan *autoclave* agar alat dan bahan terbebas dari kontaminan yang berada di udara bebas, sehingga dalam kondisi aseptik. Sebelum peralatan dan media dimasukan, terlebih dahulu dibungkus dengan kertas coklat agar kemudian direkatkan dengan menggunakan karet. Setelah itu dimasukan kedalam autoclave selama  $\pm 60$  menit dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$ .
2. Analisa kekeruhan : menggunakan turbidimeter.  
Prosedur percobaan:
  - a. Siapkan sampel dan masukan ke dalam *beaker glass*.
  - b. Sampel dimasukan ke dalam kuvet kemudian dicatat hasilnya.
  - c. Didapat nilai kekeruhan dengan satuan NTU.
3. Analisa pH : menggunakan pH meter.  
Prosedur percobaan:
  - a. Siapkan sampel dan masukan ke dalam *beaker glass*.
  - b. Masukan alat pH meter kemudian catat hasilnya.
4. Analisa TDS  
Prosedur percobaan:
  - a. Cawan porselen dibakar dengan suhu  $550^{\circ}\text{C}$  dalam furnace selama 1 jam kemudian dimasukan ke dalam oven  $105^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit dan masukan ke dalam desikator selama 15 menit.
  - b. Timbang cawan dengan menggunakan timbangan analitis (a mg).
  - c. Masukan kertas saring ke oven  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.
  - d. Cawan dan kertas saring didinginkan dalam desikator selama 15 menit.
  - e. Timbang cawan dan kertas saring dengan timbangan analitis.
  - f. Letakan kertas saring yang telah ditimbang pada vacuum filter.
  - g. Tuangkan 25 ml sampel di atas filter yang telah dipasang pada vacuum filter, volume sampel yang



digunakan ini tergantung dari kepekatannya, catat volume sampel.

- h. Saring sampel sampai kering atau airnya habis.
- i. Ambil filtrate dari sampel air yang sudah disaring, catat volumenya (c ml)
- j. Masukkan ke dalam oven 105° C selama 24 jam.
- k. Dnginkan di dalam desikator selama 15 menit.
- l. Timbang dengan timbangan analitis.
- m. Hitung jumlah zat terlarut dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Padatan Terlarut Total (mg/L)} = \frac{(B-A_1) \times 10^6}{\text{mL contoh}}$$

mL contoh

$$\text{Kadar Padatan Terlarut Total yang terikat (mg/L)} = \frac{(C-A_2) \times 10^6}{\text{mL contoh}}$$

mL contoh

Zat Padat Terlarut Total yang menguap (mg/L) =  
Kadar padatan terlarut total (mg/L) – Kadar padatan terlarut total yang terikat (mg/L)

dimana:

A<sub>1</sub> = berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 180° C.

A<sub>2</sub> = berat tetap (g) cawan kosong setelah pembakaran 550° C.

B = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pemanasan 180° C.

C = berat tetap (g) cawan berisi padatan terlarut total setelah pembakaran 550° C.

#### 6. Analisa Total Koliform : menggunakan metode MPN.

Prosedur percobaan:

- a. Uji persumtif.

Tahap ini merupakan uji spesifik terhadap bakteri coliform. Setiap sampel air membutuhkan 15 tabung reaksi yang masing-masing berisi 10 ml kaldu laktosa dan sebuah tabung durham yang terbalik disterilisasi terlebih dahulu. Selanjutnya 5

buah tabung berisi kaldu laktosa diisi 10 ml sampel, 5 lainnya diisi 1 ml sampel dan selebihnya diisi dengan 0.1 ml sampel. Seluruh tabung diinkubasi pada suhu  $35 \pm 0.5^\circ \text{C}$  selama  $24 \pm 2$  jam. Apabila terdapat bakteri coliform, maka akan terbentuk gas yang terlihat di dalam tabung durham.

b. Uji konfirmasi.

Uji ini perlu dilakukan untuk memastikan bahwa pembentukan gas pada tabung durham benar-benar dihasilkan oleh aktifitas bakteri coliform. Untuk itu biakan pada media kaldu laktosa yang memberikan hasil positif diinokulasi dengan jarum ose ke dalam tabung reaksi yang berisi media selektif cair *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) yang dilengkapi dengan tabung durham. Kemudian biakan diinkubasi pada suhu dan waktu inkubasi yang sesuai dengan tujuan analisis (penentuan coliform). Terbentuknya gas pada tabung durham menunjukkan uji konfirmasi ini positif.

c. Uji pelengkap.

Uji ini dilakukan terhadap biakan pada uji konfirmasi yang memberikan hasil positif. Dengan menggunakan jarum ose, biakan dengan hasil positif tersebut diinokulasikan pada media *Eosine Methylene Blue* (EMB) di cawan petri. Bakteri *Echerichia Coli* membentuk koloni berwarna gelap dengan kilauan metalik kehijauan. Selanjutnya dilakukan uji pewarnaan gram pada biakan yang berumur 24-48 jam. Apabila diperoleh bakteri berbentuk batang, gram negative maka hasil pengujian dengan metode MPN ini positif.

Jumlah biakan pada media BGLBB yang memberikan hasil positif pada uji pelengkap untuk setiap seri tabung (dengan sampel 10 ml, 1 ml, 0.1 ml) dicatat. Dengan data tersebut, jumlah bakteri coliform pada setiap 100 ml dapat dilihat dengan menggunakan Tabel MPN Index.

## Tabel MPN Index

TABLE 9221.IV. MPN INDEX AND 95% CONFIDENCE LIMITS FOR VARIOUS COMBINATIONS OF POSITIVE RESULTS WHEN FIVE TUBES ARE USED PER DILUTION (10 mL, 1.0 mL, 0.1 mL)

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% Confidence Limits		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper			Lower	Upper
0-0-0	<2	—	—	4-2-0	22	9.0	56
0-0-1	2	1.0	10	4-2-1	26	12	65
0-1-0	2	1.0	10	4-3-0	27	12	67
0-2-0	4	1.0	13	4-3-1	33	15	77
				4-4-0	34	16	80
				5-0-0	23	9.0	86
1-0-0	2	1.0	11	5-0-1	30	10	110
1-0-1	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-0	4	1.0	15	5-1-0	30	10	120
1-1-1	6	2.0	18	5-1-1	50	20	150
1-2-0	6	2.0	18	5-1-2	60	30	180
				5-2-0	50	20	170
2-0-0	4	1.0	17	5-2-1	70	30	210
2-0-1	7	2.0	20	5-2-2	90	40	250
2-1-0	7	2.0	21	5-3-0	80	30	250
2-1-1	9	3.0	24	5-3-1	110	40	300
2-2-0	9	3.0	25	5-3-2	140	60	360
2-3-0	12	5.0	29				
				5-3-3	170	80	410
3-0-0	8	3.0	24	5-4-0	130	50	390
3-0-1	11	4.0	29	5-4-1	170	70	480
3-1-0	11	4.0	29	5-4-2	220	100	580
3-1-1	14	6.0	35	5-4-3	280	120	690
3-2-0	14	6.0	35	5-4-4	350	160	820
3-2-1	17	7.0	40				
				5-5-0	240	100	940
4-0-0	13	5.0	38	5-5-1	300	100	1300
4-0-1	17	7.0	45	5-5-2	500	200	2000
4-1-0	17	7.0	46	5-5-3	900	300	2900
4-1-1	21	9.0	55	5-5-4	1000	600	5300
4-1-2	26	12	63	5-5-5	≥1600	—	—

## Lampiran B



Lampiran  
Peraturan Menteri Kesehatan  
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010  
Tanggal : 19 April 2010

### PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

#### I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliiform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO <sub>2</sub> -)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> -)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

## Lampiran C

### LEMBAR KUESIONER PENGELOLA ATAU PEMILIK DAMIU

Kuisisioner ini akan digunakan untuk studi penelitian Tugas Akhir. Penelitian ini dilaksanakan oleh Mahasiswa S1 Teknik Lingkungan ITS bernama Akbar Wicaksono. Identitas bapak/ibu pengelola depo akan dirahasiakan dan tidak dipublikasikan.

#### 1. Identitas dan Teknis

No	Identitas	Jawaban
1	Nama :	
2	Usia :	tahun
3	Jenis Kelamin :	(1) Laki-laki / (2) Perempuan
4	Peran terhadap DAMIU :	Pemilik DAMIU/ Pengelola DAMIU
5	Pendidikan terakhir :	(1) SD (2) SMP (3) SMA (4) S1/S2/S3
6	Nama DAMIU :	
7	Alamat :	
8	Teknologi yang digunakan :	
9	Spesifikasi teknologi desinfeksi :	
10	Tahun beroperasi :	
11	Sumber air baku :	
12	Berapa harga 1 galon air minum isi ulang?	.....
13	Berapa jumlah galon yang dijual dalam 1 hari?	.....

#### 2. Pengetahuan

Berilah tanda centang (√) pada kolom penilaian

Ket: 1 = sangat tidak paham (tidak tahu sama sekali)

2 = tidak paham (tidak tahu; memiliki keinginan untuk mengetahui)

3= sedikit paham (mampu menjawab dengan tersirat/sedikit, sangat umum dan tidak detail)

4= paham (mampu menjawab dengan jelas dan benar namun tidak lengkap)

5 = sangat paham (mampu menjawab dengan lengkap, benar, dan detail)

**Pertanyaan:**

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
1	Apakah bapak/ibu mengetahui tentang prosedur pendirian DAMIU yang diatur dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI Nomor 651/MPP/Kep/10/2004?					
2	Apakah bapak/ibu mengetahui Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum?					
3	Apakah bapak/ibu mengetahui peraturan menteri kesehatan No. 43 Tahun 2014 tentang hygiene sanitasi depot air minum?					
4	Apakah bapak/ibu memahami tentang SOP pada DAMIU?					
5	Apakah bapak/ibu memahami tentang alat pengolahan pada DAMIU?					
6	Apakah bapak/ibu memahami cara perawatan tentang alat pengolahan pada DAMIU?					
7	Apakah bapak/ibu mengetahui berapa kecepatan aliran yang mengalir pada					

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
	teknologi DAMIU? (jika iya, berapa liter/ml/m <sup>3</sup> per detik)					
8	Apakah bapak/ibu memiliki pendeteksi jika pasir silika mengalami kejenuhan? (malfunction) (tidak berfungsi)					
9	Apakah bapak/ibu memiliki pendeteksi jika karbon aktif mengalami kejenuhan? (malfunction) (tidak berfungsi)					
10	Apakah bapak/ibu memiliki pendeteksi jika catridge filter mengalami kerusakan? (malfunction) (tidak berfungsi)					
11	Apakah bapak/ibu memiliki pendeteksi jika teknologi desinfeksi mengalami kerusakan?					

### 3. Perilaku

Berilah tanda centang (√) pada kolom penilaian

Ket: 1 = tidak pernah (sama sekali belum pernah melakukan)

2 = jarang (pernah melakukan 4 tahun sekali/ 4 bulan sekali/ 4 minggu/ menunggu rusak)

3= kadang-kadang (pernah melakukan 3 tahun sekali/ 3 bulan sekali/ 2 minggu)

4 = sering (sering melakukan namun pernah sesekali tidak, pernah melakukan 2 tahun sekali/ 2 bulan sekali/ 2 minggu)

5 = selalu (selalu aktif melakukan sesuai peraturan menteri kesehatan, 1 tahun sekali/1bulan sekali/ 1 minggu)

#### Pertanyaan:

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
1	Apakah bapak/ibu melakukan penggantian					

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
	tandon air?					
2	Apakah bapak/ibu melakukan penggantian pasir silika/ <i>sandfilter</i> ?					
3	Apakah bapak/ibu melakukan penggantian karbon aktif?					
4	Apakah bapak/ibu melakukan penggantian catridge filter?					
5	Apakah bapak/ibu melakukan penggantian teknologi desinfeksi?					
6	Apakah bapak/ibu melakukan pembersihan pada tandon air?					
7	Apakah bapak/ibu melakukan pembersihan pada pasir silika/ <i>sandfilter</i> ?					
8	Apakah bapak/ibu melakukan pembersihan pada karbon aktif?					
9	Apakah bapak/ibu melakukan pembersihan pada catridge filter?					
10	Apakah bapak/ibu melakukan pembersihan pada teknologi desinfeksi?					
11	Apakah bapak/ibu melakukan pembersihan pada tempat pengisian air?					
12	Apakah bapak/ibu melakukan pembersihan pada lokasi DAMIU?					
13	Apakah bapak/ibu melakukan sterilisasi sebelum mengisi air isi ulang?					
14	Apakah bapak/ibu mengetahui berapa kecepatan aliran pada pompa yang mengalirkan air pada pengolahan DAMIU? (kalau iya berapa kecepatannya)					
15	Apakah bapak/ibu pernah mengikuti sosialisasi terkait DAMIU?					

#### 4. Sikap

Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian dan isilah alasan pada titik-titik yang disediakan.

Ket: 1 = sangat tidak setuju (sama sekali tidak pernah melakukan)

2 = tidak setuju (tidak mau melakukan karena sesuatu hal)



3 = kurang setuju (pernah melakukan tetapi tidak aktif)

4 = setuju (mau melakukan tetapi tidak memiliki inisiatif untuk menjaga kualitas air produksi)

5 = sangat setuju (selalu melakukan dan selalu berinisiatif untuk menjaga kualitas air produksi)

**Pertanyaan:**

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
1	<p>Apakah bapak/ibu bersedia melakukan penggantian komponen DAMIU sesuai peraturan menteri kesehatan No. 43 Tahun 2014?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersedia. Alasan.....</li> <li>Tidak bersedia. Alasan.....</li> </ul>					
2	<p>Apakah bapak/ibu bersedia melakukan pembersihan komponen DAMIU sesuai peraturan menteri kesehatan No. 43 Tahun 2014?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Setuju. Alasan.....</li> <li>Tidak setuju. Alasan.....</li> </ul>					
3	<p>Apakah bapak/ibu bersedia melakukan sterilisasi sebelum melakukan pengisian air isi ulang?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersedia. Alasan.....</li> <li>Tidak bersedia. Alasan.....</li> </ul>					
4	<p>Apakah bapak/ibu bersedia untuk berpartisipasi dalam acara penyuluhan tentang pemilahan/pengelolaan DAMIU?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersedia.</li> </ul>					

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
	Alasan..... .....					
	• Tidak bersedia. Alasan..... .....					

## 5. Pelayanan DAMIU

Berilah tanda (X) pada nomor penilaian dan isilah alasan pada titik-titik yang disediakan.

### Pertanyaan:

No	Pertanyaan
	Apakah DAMIU pernah mengalami kegagalan saat proses produksi? (1) Tidak pernah. (2) Jarang Alasan..... .....
1	(3) Cukup sering Alasan..... .....
	(4) Sering Alasan..... .....
	(5) Sangat sering Alasan..... .....
	Apakah DAMIU pernah mengalami keterlambatan pengiriman air minum isi ulang kepada konsumen? (1) Tidak pernah. (2) Jarang Alasan..... .....
	(3) Cukup sering Alasan..... .....

No	Pertanyaan
	(4) Sering Alasan.....
	(5) Sangat sering Alasan.....
3	Apakah DAMIU pernah dikontrol oleh pihak Dinas Kesehatan Kota Surabaya atau Puskesmas terdekat? (1) Tidak pernah. (2) Jarang Alasan..... (3) Cukup sering Alasan..... (4) Sering Alasan..... (5) Sangat sering Alasan.....

*Terima kasih atas kerjasama yang Saudara berikan*

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Akbar Wicaksono lahir di Mojokerto pada tanggal 1 Desember 1995 merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal, yaitu TK Yayasan Wanita Kereta Api Kota Mojokerto, SDN 1 Balongsari Kota Mojokerto, SMP Negeri 1 Kota Mojokerto dan SMA Negeri 1 Puri Mojokerto. Penulis lulus SMA pada tahun 2014, kemudian melanjutkan kuliah di jurusan Teknik Lingkungan FTSLK-ITS Surabaya dengan NRP 03211440000071. Selama menjadi

mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS pada periode 2015-2016 sebagai staff Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa, pada periode 2016-2017 sebagai Kepala Komisi Legislasi Dewan Perwakilan Angkatan (DPA), dan pada periode 2017-2018 sebagai Ketua Dewan Perwakilan Angkatan (DPA), penulis juga aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS pada periode 2015-2016 sebagai staff Kementerian Kebijakan Publik, dan pada periode 2016-2017 sebagai Kepala Direktorat Jenderal Pengawasan Isu Kementerian Inkubator Kajian. Penulis juga telah mengikuti kerja praktek di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Mojokerto. Apabila ada kritik dan saran mengenai tentang tugas akhir penulis, dapat langsung mengirimkan email ke [akbarwicakso@gmail.com](mailto:akbarwicakso@gmail.com)